



Продовольственная и сельскохозяйственная организация
Объединенных Наций

Дэвид Р. Монтгомери



Почва

Эрозия цивилизаций



Дэвид Р. Монтгомери

ПОЧВА

Эрозия цивилизаций

Перевод на русский язык осуществлен под общей редакцией доктора сельскохозяйственных наук, профессора Хафиза Муминджанова

**ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ**

Субрегиональное отделение по Центральной Азии

Анкара, 2015

Также от Дэвида Р. Монтгомери:
King of Fish: The Thousand-Year Run of Salmon

«University of California Press», одно из самых известных университетских издательств США, повышает качество жизни, содействуя росту уровня знаний в области гуманитарных, общественных и естественных наук. Эта деятельность осуществляется при поддержке Фонда издательства «University of California Press» и благотворительных пожертвований частных лиц и организаций. Дополнительную информацию можно получить на сайте www.ucpress.edu.

University of California Press
Беркли и Лос-Анджелес, Калифорния

University of California Press, Ltd.
Лондон, Англия

© 2007 by The Regents of the University of California

Данные о публикации в каталоге Библиотеки Конгресса:

Montgomery, David R., 1961–.
Dirt : the erosion of civilizations / David R. Montgomery.
p. cm.
Includes bibliographical references and index.

1. Soil science—History. 2. Soils. 3. Soil
erosion. I. Title.
s590.7.m66 2007
631.4'9—dc22 2006026602

Перевод и издание книги на русский язык организован
Субрегиональным отделением Продовольственной и сельскохозяйственной
организации Объединенных Наций (ФАО) по Центральной Азии
в ознаменовании Международного года почв

ISBN 978-92-5-408766-1 (FAO)

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие к русскому изданию	v
Предисловие	xi
Благодарность	xxi
Глава первая. Старая добрая грязь	1
Глава вторая. Кожный покров Земли	13
Глава третья. Реки жизни	39
Глава четвертая. Кладбище империй	71
Глава пятая. Пусть едят колонии	123
Глава шестая. С мотыгой на запад	171
Глава седьмая. Пылевой поток	217
Глава восьмая. Грязное дело	267
Глава девятая. Острова во времени	327
Глава десятая. Срок жизни цивилизаций	353
Примечания	377
Глоссарий	381
Примечания переводчика	383
Библиография	385

ПРЕДИСЛОВИЕ К ИЗДАНИЮ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

Почвы являются неисчерпаемым природным ресурсом, играющим значительную роль в мировом производстве продовольствия. Кроме того важность почв также представлена в углеродном цикле, хранении и фильтрации вод, повышении устойчивости к наводнениям и засухам. Однако воздействие человека на почвы в последнее время достигает критических масштабов, и они перестают выполнять свои важные функции. На сегодняшний день примерно 33% глобальных почвенных ресурсов деградировано вследствие эрозии, уплотнения и засоления, вымывания органических и питательных веществ, подкисления, загрязнения и других процессов, связанных с нестабильной практикой управления земельными ресурсами. Если не будут внедряться новые подходы, общая площадь пахотных и плодородных земель на душу населения в 2050 году будет составлять только четверть от уровня 1960 года.

Поэтому возникает острая необходимость в сохранении почв для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивости будущего человечества. Это особенно важно при нынешних условиях, когда в мире более 805 млн. человек сталкиваются с голодом и недоеданием. Рост численности населения в последующие 35 лет потребует увеличения производства продуктов питания примерно на 60% (ФАО, 2015). При этом производство продовольствия во многом зависит от почв, поэтому важно, чтобы они были здоровыми и продуктивными.

Именно анализу этих проблем посвящена книга Дэвида Монтгомери «Почва: Эрозия цивилизаций». Автор книги является ведущим ученым в области геоморфологии и занимается исследованием эволюции топографии и влияния геоморфологических процессов на экологические системы и человеческое общество в целом.

Книга представляет собой экскурс в историю почв со времен древнейших цивилизаций до наших дней. Д. Монтгоме-

ри удалось провести анализ влияния человека на природу и ответную реакцию окружающей среды на социально-экономическое развитие общества, на примере оценки последствий обращения людей с почвой и сложившейся практики землепользования на процветание или упадок цивилизаций. Книга насыщена информацией об истории, археологии и геологии. В ней на конкретных фактах и примерах истории Месопотамии, Древней Греции, Римской империи, Китая, колониальной Европы, Центральной Америки и освоения целинных земель в Советском Союзе показана роль почв в развитии и падении цивилизаций.

Для борьбы с голодом и решения проблем с обеспечением продовольственной безопасности профессор Д. Монтомери предлагает пересмотреть отношение к почве, как к главному источнику жизни на Земле. Он отмечает, что ни развитие химической промышленности и рост производства минеральных удобрений, ни «зеленая революция» не смогли покончить с голодом. Поэтому главная задача заключается в сохранении почвенного плодородия, чего можно добиться комплексным подходом при внедрении и распространении альтернативных методов, таких как почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие, органическое сельское хозяйство, семейное фермерское хозяйствование и агроэкология. Именно такой подход позволит решить нынешние экологические проблемы, а также совершить новую революцию в сельском хозяйстве и избежать участь предыдущих цивилизаций.

Взгляды Д. Монтомери полностью совпадают с концепцией ФАО «Сохранить и приумножить», которая является руководством для политиков и направлена на увеличение производства продукции на основе эффективного использования имеющихся ресурсов и бережного отношения к природе. Данная концепция рассматривает сохранение и повышение плодородия почвы, регулирование выноса питательных элементов, эффективное использование воды, использование опылителей для повышения продуктивности культур, применения естественных насекомых

для борьбы с болезнями и вредителями, способствует эффективному использованию средств производства – семян, удобрений, воды и рабочей силы. В целом, реализация концепции «Сохранить и приумножить» способствует сохранению и приумножению не только продукции, но и также природных ресурсов. При этом главным ресурсом является почва. Учитывая важную роль почв в обеспечении продовольственной безопасности и сокращении бедности, 68-я Генеральная Ассамблея ООН провозгласила 2015 год Международным годом почв. Целью Международного года почв является повышение осведомленности масс об этом важном ресурсе, и продвижение его более устойчивого использования. Кроме того, ежегодно 5 декабря отмечается как Всемирный день почв.

Книга «Почва: Эрозия цивилизаций» принесла Д. Монтгомери огромный успех и знаменитость. Она переиздавалась и была переведена на несколько языков мира. Автора приглашают на международные научные конгрессы и симпозиумы с тематическими выступлениями. Профессор Д. Монтгомери был приглашен в качестве ведущего докладчика на 6-ой Всемирный конгресс по почвозащитному и ресурсосберегающему земледелию, который проходил 21-25 июня 2014 г. в г. Виннипег (Манитоба, Канада). В своем выступлении под названием «Пример глобального восстановления почв», он представил обзор истории человечества по землепользованию и отметил о необходимости обратить вспять тенденцию деградации почв, как одного из самых недооцененных экологических кризисов наших дней. Именно при встрече на этом конгрессе профессор Д. Монтгомери дал согласие на перевод книги на русский язык, за что ему выражается огромная благодарность.

Перевод и издание книги на русский язык организован Субрегиональным отделением ФАО по Центральной Азии в ознаменовании Международного года почв.

Перевод с английского на русский язык осуществлен Антоном Крыловым, труд которого заслуживает особых слов благодарности. Редактирование текста книги на русском языке осуществлено Хафизом Муминджановым и Татьяной Семеновой.

*Посвящается Зене Т. Дог, энергичной помощнице
в полевых условиях, преданному секретарю и вообще
отличному другу – будь всегда со мною рядом, моя милая.*

ПРЕДИСЛОВИЕ

С тех самых пор, как зародилось сельское хозяйство, человечество сталкивается с двойной проблемой деградации почв и их эрозии. Хотя обе этих беды по большей части рукотворные, и решить их вполне в наших силах, складывается впечатление, что ни рядовые граждане, ни журналисты, ни политики не воспринимают их столь же серьезно, как неустойчивость финансовых рынков, изменение климата или любые другие стоящие перед обществом вызовы. И все же то, как мы обращаемся с землей, как мы относимся к почве – вот вопросы, от которых зависит здоровье и само выживание современной цивилизации. Эта книга явилась итогом нескольких десятилетий наблюдений, приведших меня к осознанию того факта, что почва – жизненно важный природный ресурс ничуть не в меньшей степени, чем те, которые мы считаем основополагающими. В реальности, однако, кто видит в почве – какой-то там грязи – залог самой жизни?

В колледже, где я учился на геолога, почву не принимали в расчет и считали «пустой породой», недостойной серьезного внимания. В магистратуре я специализировался в области геоморфологии – науки о процессах, формирующих рельеф и определяющих его топографию; особое внимание я уделял факторам, воздействующим на местность, где берут начало русла горных рек. Исследуя взаимодействие стока и эрозии на покрытых лесом склонах возвышенностей, я научился ценить ту роль, которую играли древесные корни, помогавшие стабилизировать грунт, и корни валежника, взламывавшие коренную породу и смешивавшие ее с перегноем, вследствие чего и формировался новый почвенный слой.

Однако мысль о том, что почвенная эрозия стала одной из причин упадка и разрушения древних обществ, пришла ко мне не в ходе подготовки курсовика или полевой практики; ее породил тот же предмет, который вы сейчас держите в руках – книга. Среди уцененных изданий, заполнивших корзину в университетской книжной лавке, мне попался на глаза давно

не переиздававшийся том «Пахотная почва и цивилизация» («Topsoil and Civilization») за авторством двух научных сотрудников службы охраны почв в 50-е гг. XX в. Цена оказалась приемлемой, и книжку я купил. Это был тот самый случай, когда вдохновенное повествование находит подготовленного читателя. Все разом встает на свои места, и вы начинаете смотреть на мир другими глазами. Содержание книги меня захватило и не отпускало на всем протяжении моей учебы на геолога. Ведь именно роль почвы оказалась решающей в крушении обществ античного мира, чрезмерно эксплуатировавших свои земли и заплативших за это максимальную цену: в наследство потомкам остались деградировавшие, истощенные поля и обнищание.

Изучая эволюцию ландшафтов по всему миру, я все глубже вникал в суть этой фундаментальной, но не получившей широкого освещения проблемы, стоящей перед человечеством. Почвы планеты деградируют и эродируют гораздо быстрее, чем формируются, и это наша вина. У нас в распоряжении остается все меньше запасов плодородной пахотной земли – того самого единственного ресурса, без которого невозможно в долгосрочной перспективе обеспечить жизнь цивилизации. С глобальной точки зрения, нужно было сильно постараться, чтобы к этому прийти.

В 90-е гг. мне довелось прочесть одну впечатлившую меня статью, где доказывалось, что человеческая деятельность стала важным глобальным фактором в перемещениях почв и горных пород. Для меня это было новостью, поскольку в понимании геолога планету формируют такие силы, как извержения вулканов и сдвиги тектонических плит, а вовсе не люди. Деятельность человека просто не вписывается в общую картину эпох и глобальных процессов – мы вышли на авансцену слишком недавно. И все-таки, преобразуя мир феноменальными с геологической точки зрения темпами, мы забываем хранить и защищать важнейший ресурс, лежащий у нас под ногами. Наоборот, пахотный слой, пропавший с сельскохозяйственных полей, кажется нам чем-то лишним – иными словами, грязью.

Если бы к Земле прилагалась инструкция по ее эксплуатации, первый же раздел мог быть озаглавлен: «Как защитить почву, мать всей жизни». Там почва описывалась бы как динамический интерфейс между геологией и биологией, мост из мертвого мира камня в кипящее царство жизни.

Рассматривая историю сельского хозяйства через призму геологии, я заметил эффект бумеранга – то, как мы обращаемся с землей, определяет то, как земля обращается с нами и насколько хватит ее запасов. Еще я увидел, что мы сможем избежать общей участи древних общественных формаций, только если не повторим их роковой ошибки – не будем истреблять плодородный верхний слой почвы ураганными темпами. К сожалению, именно этим мы сейчас и занимаемся, только в этот раз уже в глобальном масштабе.

В процессе подготовки материала к книге «Почва» выяснилось, что каждые несколько десятилетий в течение последних полутора веков кто-нибудь из числа светил научной мысли начинал бить в набат по поводу эрозии почв. Однако наша память коротка, а диапазон внимания ограничен. Попытки повернуть вспять эрозионный процесс сменяются другими приоритетными задачами, такими как распашка равнин ради наращивания поставок зерна в Европу в период Первой мировой войны или извлечение прибыли из возделывания культур на биотопливо в наши дни.

Археологами получены данные о связи между утратой почвенного слоя и упадком или даже крахом древних обществ по всему миру. В литературе, посвященной истории окружающей среды, зачастую можно найти доводы в пользу того, что почвенная эрозия, преследовавшая давно ушедшие цивилизации, явилась следствием вырубки лесов. Однако после того как мне пришлось применить свои геоморфологические знания к изучению эрозии крутосклонных почвеносущих лесных угодий в северо-западной части Тихоокеанского региона, я уже не сомневался, что столь повсеместные и драматичные потери почвы не могли быть вызваны только расчисткой леса; требовалось еще и не позволить растительности восстановиться – а

это было не так-то просто сделать. У меня возникли подозрения, что настоящим виновником долгосрочных почвопотерь стало сельское хозяйство. Как раз в этом и заключалась основополагающая дилемма: действительно ли сельскохозяйственная деятельность, способствовавшая зарождению, расцвету и распространению цивилизаций, одновременно сеяла семена их упадка, приводя к долгосрочной деградации и потере почвенных ресурсов?

Историки справедливо полагают, что каждая цивилизация имеет свою уникальную историю, начало и конец которой обусловлены множеством причин. Я же заподозрил, что на процветание и жизненную силу общества непосредственным образом влияет состояние его земель – состояние почвы. В таком контексте отдельные засухи, войны, экономические спады или внутренние беспорядки могут разве что произвести залп, обрекающий общественную систему на гибель, однако именно состояние земли выступает в роли подносчика снарядов. Другими словами, деградация и эрозия почв помогают объяснить, почему те или иные события или обстоятельства приводят общество к краху. Конечно, география играет свою роль, но это не значит, что география определяет судьбу. Это далеко не так; не менее, если не более важно отношение самих людей к своей земле, обусловленное культурной, экономической и социальной системой каждого общества.

Стоило мне убедиться, что сельское хозяйство в прошлом раз за разом провоцировало разрушительную почвенную эрозию, как я решил оценить масштаб этой проблемы в настоящее время. Ни в Древней Греции, ни в Риме не было специалистов, которые измерили бы степень интенсивности эрозии пахотной земли. Теперь же у нас такие данные есть, и они позволяют проверить рациональность гипотезы о том, что потеря сельскохозяйственных почв лимитирует сроки жизни цивилизаций. Итак, в течение нескольких недель я парковал машину у дверей библиотеки Висконсинского университета и собирал всевозможные сведения о современных темпах исчезновения почвенного слоя с возделываемых полей, а также о долгосроч-

ном эродировании ландшафтов по всему миру¹. Мне удалось выяснить, что сельскохозяйственные угодья планеты эродируют с той же интенсивностью, что и вершины Гималаев.

Только подумайте: это как же нужно постараться, чтобы заставить плоскую, как блин, поверхность земли нести такой же урон, как и высочайшие в мире горы. Мы не стремимся обрабатывать землю на крутых склонах, однако наши действия превратили Айову и Канзас в местность, подверженную эрозии не меньше, чем Непал. Так не может продолжаться бесконечно. При средних значениях скорости эрозии на пахотных полях, превышающих один миллиметр в год, потребуется всего несколько столетий, чтобы в большинстве регионов мира эродировал весь пахотный слой. Может показаться, что миллиметр в год – это чертовски медленно, но ведь скорость почвообразования в природе намного ниже. Срок в несколько веков – это мгновение ока для геолога и целая вечность для политика, ведущего предвыборную борьбу, члена правления корпорации, озабоченного следующей квартальной прибылью, или фермера, пытающегося за счет натурального хозяйства прокормить свою семью.

И все же каждому по силам оценить масштаб «проблемы сельского хозяйства», как весьма уместно окрестил ее Уэс Джексон – ведь вспашка поля оставляет почву беззащитной перед эрозией. В природе голая земля почти не встречается ниже верхней границы распространения леса. Вспомните луга и леса, по которым вам когда-либо доводилось бродить. Много ли обнаженной земли вы там видели? Немного, если она вообще вам попадалась. За пределами аридной зоны поверхность земли, как правило, покрыта растениями, их листья служат препятствием для дождевых капель, а корни связывают грунт воедино. А теперь представьте себе потоки воды бурого цвета, стекающие с только что распаханного поля или с расчищенной от растительности строительной площадки после внезапно обру-

¹ Написанную по результатам этих поисков статью и все собранные мною данные можно найти в «Proceedings of the National Academy of Sciences» (2007, T.104, с.13268–13272).

пившегося ливня. Оставить почву без растительного покрова даже на несколько месяцев означает сделать ее уязвимой для ветровой или водной эрозии, то есть ускорить почвопотери в десять, а то и в сто раз по сравнению с природными темпами. Тем не менее, пахотное земледелие истончает почвенный слой земли настолько медленно, что мало кому придет в голову поставить почву, а тем более сохранение почвы, на самый верх в списке своих приоритетов.

Жизнь производит почву. Почва производит новую жизнь. Вот такой парой фраз можно описать прошедшие полмиллиарда лет нашей истории. Эволюционировавшие растения и зарождавшиеся сухопутные формы жизни питали почву, а почва в свою очередь питала более многочисленные и крупные растения, служившие кормом все более сложным сообществам животных. Жизнь и почва были партнерами до тех пор, пока современные методы земледелия не поменяли правила игры. Как долго сможет сельское хозяйство в его сегодняшнем виде обеспечивать нашу жизнь, разрывая связь между почвой и жизнью? Если рассматривать этот вопрос в масштабах любой геологически значимой временной шкалы, истощающая почву аграрная цивилизация не будет долговечной – она просто не сможет существовать, разрушив свой собственный фундамент.

В 90-е гг. XX в. исследователи подсчитали, что за период, прошедший после Второй мировой войны, площадь сельскохозяйственных угодий, заброшенных по причине эродировавшей почвы, составила примерно треть от всей обрабатываемой сегодня земли. Нет нужды говорить, что утрата сельскохозяйственного производства на площадях, превышающих территорию Индии, не поможет нам накормить мир на исходе этого века, когда, по прогнозам, нам понадобится дополнительно снабдить пищей еще несколько миллиардов людей. Расчетная скорость общемировой эрозии почв сегодня превышает темпы формирования новой почвы на 23 млрд. тонн в год, то есть ежегодно теряется без малого один процент сельскохозяйственных почв согласно мировому земельному кадастру. Такими темпами лет через сто с небольшим мир буквально оста-

нется без пахотной земли – как если бы владелец банковского счета тратил и тратил лежащие на счету деньги, так ни разу и не пополнив свой вклад.

Можно быть уверенным, что разрушительные последствия истощения и деградации почв станут очевидными задолго до того, как мы останемся без плодородной почвы: точно так же иссякающие запасы и растущая стоимость нефти уже подрывают основы нефtezависимых обществ даже несмотря на то, что в буквальном смысле месторождения сырой нефти могут не истощиться никогда. Ключевой вопрос в следующем: когда нам перестанет хватать плодородной почвы, чтобы всех накормить? Пока мы еще не достигли этой крайности, представляется разумным провести в жизнь сельскохозяйственные реформы, чтобы предотвратить кризис и заложить устойчивый фундамент мировой цивилизации.

Не совсем правомерно говорить о пиковых запасах почвы в том смысле, который мы закладываем в понятие пиковых запасов нефти – в глобальном масштабе почвенные ресурсы находились на пиковом уровне давным-давно, когда человечество только что изобрело плуг. С тех пор мы и растрачиваем природный капитал нашей планеты. Сегодня мы опять стоим на распутье, потому что истощаем наш самый основной ресурс – тот, который нас кормит – причем делаем это повсеместно и одновременно. В условиях глобальной взаимозависимости всех элементов современного человеческого общества было бы наивно полагать, что истощение запасов продовольствия в одном регионе не повлияет на глобальную безопасность.

Проблема эксплуатации природных ресурсов красной нитью пронизывает содержание обеих моих книг – этой и предыдущей, которая озаглавлена «Царь-рыба» («King of Fish») и посвящена истории взаимоотношений человечества и лососевых рыб. Складывается впечатление, что чем медленнее приближается критическая ситуация, тем неохотнее мы беремся за ее предотвращение. В обоих случаях – как с почвами, так и лососем – процесс истощения ресурса длится очень долгое время, что мешает осознать серьезность столь долгосрочной

проблемы и в приоритетном порядке принять эффективные меры к ее разрешению. И все-таки современное состояние глобальных запасов почв и лососевых рыб показывает, что может случиться, когда мы мыслим близоруко и гонимся за немедленной выгодой. Долгое время мы не обращали внимания на базовые причины уменьшения запасов лосося и эрозии почв, и это служит всем нам уроком, который мог бы пригодиться в решении других насущных проблем общечеловеческого масштаба – таких как изменение климата. Если действовать вопреки природе при решении краткосрочных задач, то в отдаленной перспективе может наступить суровая расплата.

Как подвергнуть пересмотру традиционный опыт привычного нам сельского хозяйства, чтобы найти способ действовать в согласии с природой? Для начала мы могли бы взглянуть на почву по-иному – перестать видеть в ней просто субстрат для выращивания растений, а признать экологической системой, питающей растения и обеспечивающей им процветание – а через них и всем нам. Что для этого нужно? Необходимо адаптировать сельское хозяйство к почве как к экосистеме, а не пытаться приспособлять саму почву к нашей агротехнике, чтобы потом, когда плодородная почва превратится в стерильную грязь, компенсировать ущерб с помощью удобрений и биоцидов. Отравлять основу нашей пищевой сети пестицидами, гербицидами, химическими удобрениями – не самая лучшая стратегия в деле обеспечения существования нашей цивилизации. Пришло время еще более зеленой революции.

Что можно сделать, чтобы начать процесс воссоздания и восстановления сельскохозяйственных почв? Государства должны инвестировать средства в такие сельскохозяйственные исследования, целью которых было бы взаимодействие с почвенными экосистемами, а не противодействие им. В рамках нового подхода можно было бы уменьшить субсидирование общепринятого, эрозионно опасного агропроизводства; увеличить поддержку проектов, направленных на возделывание многолетних культур, на развитие малозатратных беспашотных методов земледелия; расширить применение методов, повыша-

ющих содержание органических веществ в почве; принять стратегию развития и поддержки маломасштабных органических хозяйств. От нас не требуется ни возвращаться к доиндустриальным приемам обработки земли, ни выбирать между устойчивым земледелием и попытками накормить человечество. Во многих случаях урожаи, которые приносит так называемое альтернативное земледелие, вполне сопоставимы с объемами продукции сельского хозяйства, которое мы сегодня считаем традиционным. Независимо от точки зрения на эту проблему, восстановление природного плодородия почв все отчетливее становится неизбежным условием организации устойчивого агропроизводства в мире, которому рано или поздно придется обходиться без нефти (и скорее всего без дешевых удобрений).

Потаенный кризис, вызванный деградацией почв, является одним из самых пугающих вызовов нашего века. Если бы вам, как и мне, пришлось убеждать влиятельного политического деятеля в том, что эрозия и истощение почв угрожает будущему человечества, вы тоже выслушали бы краткую лекцию о том, что современная политика не должна реагировать на потенциальную возможность кризиса, от которого нас отделяют десятилетия. Однако тонкий слой выветренной скальной породы, останки мертвых растений и животных, грибки и микроорганизмы, образующие покров нашей планеты, всегда были и будут источником всей наземной жизни – и важнейшим ресурсом каждой нации, причем его возобновляемость или невозобновляемость зависит от того, как его эксплуатируют.

Homo sapiens – это человек разумный. Еще есть время доказать, что мы достойны такого названия – нужно просто перестать относиться к нашей почве как к грязи.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Эта книга никогда не была бы написана без поддержки Энн Бикле, которой уже не в первый раз пришлось терпеть этот беспорядок, когда стол в гостиной вечно завален испещренными правкой рукописями. Сьюзан Расмуссен в погоне за малоизвестными историческими документами продемонстрировала недюжинные способности библиотечного сыщика. Полли Фриман, Блейк Эдгар и Эдит Гладстоун внесли исключительный вклад в процесс редактирования и общее руководство, а Сэм Флейшман оказал неоценимую помощь в поисках хорошего издательства. Чарльз Киблингер и Харви Гринберг помогли подготовить иллюстрации. Я также благодарен Центру Уитли при лаборатории Вашингтонского университета во Фрайди-Харбор за великолепные условия, которые были мне обеспечены для завершения работы над рукописью. Я очень обязан исследователям, научные труды которых послужили основой для моих обобщений. Перечень их трудов приведен в конце книги для тех читателей, кто заинтересован в ознакомлении с первоисточниками. Естественно, только я несу ответственность за все неумышленные ошибки и упущения. В заключение добавлю, что ради краткости и динамичности повествования я предпочел не вдаваться в подробности истории и деятельности Службы охраны природных ресурсов (прежде называвшейся Службой охраны почв) несмотря на то, что ее важные заслуги до сих пор остаются в ряду самых недооцененных – при всем их исключительном значении для нашего будущего.

ГЛАВА ПЕРВАЯ



Старая добрая грязь

То, что мы делаем с землей,
мы делаем с самими собой.

Уэнделл Берри



СОЛНЕЧНЫМ АВГУСТОВСКИМ ДНЕМ В КОНЦЕ 90-х гг. XX в. я вел экспедиционный отряд вверх по склону вулкана Пинатубо на Филиппинах. Нам предстояло обследовать реку, все еще полную раскаленного песка после мощного извержения 1991 года. Ложе реки тихонько вибрировало, когда мы с трудом пробирались вверх вдоль ее русла под палящим тропическим солнцем. Внезапно я провалился по щиколотки, затем по колени и наконец погрузился по пояс в горячий песок. Когда болотные сапоги на мне начали дымиться, мои аспиранты схватились за фотоаппараты. Должным образом зафиксировав на пленке мое бедственное положение, они, немного посоветовавшись, вытащили меня из зыбуна.

Мало что может вызвать такое чувство беспомощности, как уходящая из-под ног почва. Чем больше сопротивляешься — тем глубже погружаешься в нее. Тебя тянет вниз, и ничего с этим поделать невозможно. Даже рыхлая почва речного ложа показалась мне твердой, как скала, после непродолжительного погружения в раскаленные зыбучие пески.

Обычно мы не особо задумываемся о земле, служащей опорой нашим ногам, домам, городам и фермерским хозяйствам. Но даже при том, что мы воспринимаем ее как нечто само собой разумеющееся, нам известно, что хорошая почва — это не какая-то там грязь. Вонзая лопату в богатую, свежую землю,

можно почувствовать в ней биение самой жизни. Плодородная земля обваливается, сползает с лопаты. Приглядитесь – и перед вами предстанет целый мир, в котором живое питается живым, вы станете свидетелем биологической оргии, в которой мертвое перерабатывается в новую жизнь. У здоровой почвы – притягательный, насыщенный аромат. Это запах самой Жизни.

Так что же представляет собой почва? Нам свойственно не обращать на нее внимания, не думать о ней – она вообще вне сферы наших интересов. Мы плюем на нее, ругаем ее, раздраженно стяхиваем с обуви. Но в конечном итоге, что может быть важнее? Все рождается из нее, и все обратно в нее возвращается. Если и этого недостаточно, чтобы уважать грязь, вспомните о том, как плодородие почвы и ее эрозия повлияли на ход истории.

На заре существования аграрных цивилизаций 98% людей, работавших на земле, содержали небольшой класс правителей, надзиравших за распределением продуктов питания и ресурсов. Сегодня же менее 1% населения США продолжает работать на земле и кормить всех остальных. Основная масса людей, конечно, понимает, как сильно мы зависим от этого немногочисленного отряда современных фермеров, однако мало кому дано осознать ту роль, которую играет наше отношение в обеспечении будущего нашей цивилизации.

Многие древние общества исподволь превращали почву в бомбу замедленного действия, отправляя земельные ресурсы в топку цивилизационного прогресса, по мере того как методы земледелия ускоряли эрозию почвы настолько, что она опережала темпы почвообразования. Другие же находили способы восстановления своих земельных угодий, сохраняя при этом качество почвы. Все зависело от наличия достаточных запасов плодородного слоя. Несмотря на то, что люди осознавали необходимость повышения плодородия почв, потеря земельных ресурсов стала одной из причин заката цивилизаций начиная от первых аграрных культур до древних греков и римлян, а позже послужила толчком к развитию европейского колониализма и движения на запад через североамериканский континент.

Описанные проблемы принадлежат не только древней истории. О том, что хищническая эксплуатация почв продолжает представлять угрозу для современного общества, свидетельствует тяжелое положение экологических беженцев, вынужденных покинуть территории попавших в «Пыльный котел» южных равнин США в 30-х гг. XX в., африканского Сахеля в 70-х гг., а также всего бассейна Амазонки в наши дни. В то время как население земного шара продолжает расти, площадь продуктивных сельскохозяйственных земель с 70-х гг. XX в. начала уменьшаться, а поток дешевого ископаемого топлива, используемого для производства минеральных удобрений, иссякнет уже в этом веке. Если нас не уничтожит какая-либо внешняя катастрофа, то в конечном итоге судьбу современной цивилизации решит наш выбор в поиске решения двойной проблемы деградации почв и увеличения темпов эрозии.

Урок, который можно извлечь, изучая фундаментальную роль земли в истории человечества, прост и ясен: современное общество рискует повторить те же ошибки, которые ускорили упадок цивилизаций прошлого. Рискуя будущим наших внуков, мы растрачиваем земельные ресурсы быстрее, чем они формируются, и это ставит перед нами дилемму, суть которой в том, что самые медленные изменения порой труднее всего остановить.

На протяжении почти всего обозримого исторического периода земля занимала в человеческой культуре центральное место. Одними из первых книг были руководства по сельскому хозяйству, посредством которых передавались знания о земле и о способах ведения сельского хозяйства. В ряду элементов, составляющих по Аристотелю первооснову мира (земля, воздух, огонь и вода), земля стоит на первом месте, являясь корневой системой нашего существования, основой жизни на земле. Мы же относимся к ней как к дешевому ширпотребу. По мнению большинства, настоящий стратегический ресурс – это нефть, хотя в долгосрочной перспективе почва ничуть не менее значима. Тем не менее, кто всерьез считает эту самую грязь стратегическим ресурсом? Современные темпы жизни заставляют

нас с легкостью забыть тот факт, что плодородная почва все равно остается основой жизнеобеспечения для бесчисленного множества людей, населяющих нашу планету.

География влияет на многие причины эрозии почв и связанные с нею проблемы. В некоторых регионах сельскохозяйственная деятельность, не учитывающая необходимость сохранения почвы, быстро приводит к ее потерям. В других регионах имеется достаточно неосвоенных земель для бесконтрольного распахивания. Редко встречаются места, где почва восстанавливается достаточно быстро, чтобы обеспечивать сельскохозяйственное производство промышленного типа в рамках временной шкалы человеческого существования. Речь здесь не идет о масштабах геологических эпох, однако следует признать, что мировые запасы почвы медленно, но верно подходят к концу.

Должно ли нас шокировать то, что мы сдираем с планеты кожу? Вероятно, должно, но повсюду полным-полно свидетельств того, что мы не перестаем этим заниматься. Это и потоки бурой жижи, низвергающиеся со стройплощадок, и забитые отложениями реки ниже по течению от мест, где леса сведены под корень. Мы видим эти свидетельства там, где фермерские трактора вынуждены объезжать вымоины и овраги, где на горных велосипедах приходится перепрыгивать через пересекающие грунтовые дороги глубокие канавы, где торговые комплексы и окраинные новостройки подминают под себя плодородные долины. Никакой тайны в этой проблеме нет. Почва – наш самый недооцененный, самый пренебрегаемый, и все-таки наиважнейший природный ресурс.

Лично меня ответ на вопрос, что нужно для спасения нашей цивилизации, интересует больше, чем перечисление разнообразных бедствий, способных привести общество к краху. Однако, будучи геологом, я знаю, что мы сможем прочесть заветы, высеченные предшествующими культурами на скрижалях своих почв, чтобы определить, может ли в принципе существовать жизнеспособное общество.

Историки возлагают вину за упадок некогда цветущих цивилизаций на самые разные обстоятельства, среди которых

называются болезни, вырубка лесов, климатические изменения. Хотя каждое из них в том или ином случае играло определенную роль, иногда даже решающую, историки и археологи в поисках причин, приведших к краху цивилизаций, справедливо стараются избегать «теории одной пули». В настоящее время в качестве объяснений приводятся хитросплетения экономических, экологических и культурных факторов, специфичных для определенного региона и исторического момента. И все же характер взаимозависимости между любым обществом и его землей, то есть отношение людей к той «грязи», которая лежит под ногами, является в полном смысле слова основополагающим. Нередко социальные и политические конфликты распатывали ту общественную систему, которой нужно было накормить большее количество людей, чем позволяла земля. История почвы свидетельствует, что срок жизни цивилизации может быть предопределен тем, как люди обращаются со своей землей.

От состояния почвы зависит, что на ней можно выращивать и в течение какого времени, поэтому сохранить основу благосостояния будущих поколений нельзя без рационального управления земельными ресурсами, передающегося от поколения к поколению. До сих пор, однако, немногие общества создали культуры, основанные на устойчивом использовании земли, даже несмотря на то, что большинство из них нашли пути повышения плодородия почв. Зачастую темпы истощения почвы были прямо пропорциональны уровню технологического развития общества. Сейчас мы вполне способны перегнать своих предшественников. Однако нам также известны способы, позволяющие не повторять их ошибок.

Несмотря на существенный прогресс в деле сохранения почв, по оценкам Министерства сельского хозяйства США, в бассейне реки Миссисипи ежегодно с фермерских полей эрозия уносит миллионы тонн почвенного слоя. Каждую секунду эта крупнейшая река Северной Америки смывает в Карибское море столько пахотного грунта, сколько помещается в самосвал. Каждый год американские фермы теряют почву в объе-

мах, достаточных, чтобы каждая семья в стране могла заполнить ею кузов пикапа. Это просто феноменальное количество грязи. При этом США нельзя считать главным расточителем этого важнейшего ресурса. Объемы ежегодных потерь почвы во всем мире оцениваются в 24 млрд. тонн, то есть несколько тонн в расчете на каждого жителя планеты. Несмотря на столь глобальные потери, почвенная эрозия протекает достаточно медленно, так что в течение одной человеческой жизни этот процесс редко привлекает внимание.

Даже с учетом этого цена, которую приходится платить человечеству за истощение почв, отчетливо видна на примере регионов, совершивших в далеком прошлом экологическое самоубийство. Наследие деградировавших в древности земель продолжает обрекать население огромных территорий на беспросветную нищету, причиной которой является истощенность почвы. Только подумайте, насколько вид изувеченной песчаными бурями местности в телерепортажах о современном Ираке не согласуется с нашим представлением об этом регионе как о колыбели цивилизации. Экологические беженцы, вынужденные покинуть свои жилища в поисках пропитания или плодородной земли, пригодной для производства продовольствия, на десятки лет забронировали за собой первые полосы в средствах массовой информации. Даже бесспорные немые свидетельства разоренной земли, как правило, не могут убедить людей принять безотлагательные меры по сохранению почв. При этом внешний лоск поведенческих стереотипов, определяющих культурный уровень человека и даже его цивилизованность, рискует слететь в ситуации, когда людям просто будет нечего есть.

Для тех из нас, кто живет в развитых странах, короткого посещения продуктового магазина достаточно, чтобы избавиться от страха перед стоящим на пороге кризисом. Два технологических нововведения – манипуляции с генами сельскохозяйственных культур и поддержание плодородия почвы с помощью химических удобрений – сделали пшеницу, рис, кукурузу и ячмень доминирующими растениями на земле.

Эти четыре некогда редкие культуры теперь выращиваются в виде моновидовых посевов, занимая более полумиллиарда гектаров, что в два раза превышает площадь всех лесов США, включая Аляску. Но насколько надежен фундамент современного агропроизводства?

Фермеры, политики, историки, занимающиеся проблемами окружающей среды, обычно используют термин «истощение почвы» для описания целого комплекса обстоятельств. Технически это понятие указывает на конечное состояние, достигнутое в результате прогрессирующего снижения урожайности культуры, когда обрабатываемая земля более не способна обеспечить адекватный урожай. Понятие адекватности урожая рассматривается с учетом самых разных условий – от экстремальных, когда земля уже не способна обеспечить даже натуральное хозяйство, до таких, когда расчистить землю под новые поля просто выгоднее, чем обрабатывать старые. Поэтому истощение почвы следует рассматривать в контексте социально-экономических условий и доступности новых земель.

Разнообразные социальные, культурные и экономические факторы влияют на то, как члены общества обращаются с землей, а способность земли обеспечивать жизнь людей, в свою очередь, оказывает влияние на общество. Обработка поля из года в год без эффективных почвозащитных мероприятий сродни эксплуатации фабрики на пределе ее возможностей, когда не выделяется никаких средств ни на сервисное обслуживание, ни на ремонт. Хорошее управление способно улучшить почву на полях точно так же, как плохое управление может ее разрушить. Почва – это ресурс всех поколений, это природный капитал, который можно рачительно использовать, а можно и промотать. От процветания до разорения – всего два фута почвенного слоя, так что те общества, которые хищнически его эксплуатируют, просто роют себе могилу.

Как специалист в области геоморфологии я изучаю эволюцию рельефов и изменение ландшафтов в рамках геологической хронологии. Профессиональная подготовка и опыт научили меня разбираться в том, как взаимодействие климата,

растительности, геологии и рельефа воздействует на состав и глубину почвенного пласта, формируя тем самым продуктивность земли. В основе деятельности по поддержанию агросистем лежит понимание природы антропогенного влияния на почву, а также осознание последствий наших действий для окружающей среды и биологической продуктивности всей флоры и фауны. Путешествуя по миру, изучая ландшафты и их эволюцию, я научился ценить ту роль, которую способно играть здоровое и бережное отношение к почве в обеспечении будущего нашей планеты.

В широком смысле цивилизации приходят и уходят – они зарождаются, развиваются, какое-то время переживают расцвет, а затем клонятся к закату. Некоторые со временем могут снова достигнуть расцвета. Конечно, войны, политика, истребление лесов и изменения климата поспособствовали социальным коллапсам, ставших вехами на историческом пути человечества. И все же почему так много не связанных друг с другом цивилизаций, среди которых древнегреческая, древнеримская, культура майя, просуществовали всего лишь около тысячи лет?

Развитие и упадок любой отдельно взятой цивилизации, несомненно, обусловлены целым комплексом причин. Конечно же, не только деградация окружающей среды привела эти общества к окончательному краху, однако история их почвенных ресурсов подготовила плацдарм для тех экономических невзгод, климатических бедствий и военных конфликтов, которые и определили жребий цивилизаций. Древний Рим не рухнул, а скорее рассыпался в процессе износа по мере того, как эрозия высасывала живительные соки из земель империи.

В целом история многих цивилизаций следовала одному и тому же сценарию. Вначале сельскохозяйственная деятельность в плодородных пойменных долинах позволяла численности населения вырасти настолько, что возникала необходимость освоения земли на склонах. Стремительная в геологических масштабах склоновая эрозия начиналась после того, как расчистка растительности и непрерывная вспашка обнажали почву для воздействия осадков и склонового стока.

На протяжении последующих веков истощение питательных веществ или потеря почвы вследствие интенсификации сельскохозяйственной деятельности подвергали местное население стрессу в условиях, когда урожайность падала, а новых земель в наличии не было.

В конечном итоге деградации земли трансформировалась в неспособность сельского хозяйства обеспечивать увеличивающееся население, предопределяя крушение целых цивилизаций. Актуальность такого же сценария как для малочисленных изолированных островных сообществ, так и для могущественных трансрегиональных империй предполагает действие универсального фактора, имеющего фундаментальное значение. Почвенная эрозия, темпы которой превосходили скорость почвообразования, ограничивала продолжительность жизни тех цивилизаций, которые не смогли обеспечить сохранность основы своего благосостояния – почвенных ресурсов.

В современном обществе прочно укоренилось мнение, что технология способна решить практически любые проблемы. Однако, как бы ни была сильна наша вера в возможности технологий улучшить нашу жизнь, они просто не способны решить проблему преобладания темпов потребления ресурса над скоростью его создания; в какой-то момент запас этого ресурса просто иссякнет. Сегодня, когда укрепляется взаимосвязь элементов в механизме мировой экономики, а численность населения продолжает расти, управление почвенными ресурсами играет гораздо более важную роль, чем когда бы то ни было. Если мы не научимся разумно обращаться с почвой, наших потомков неизбежно ждет борьба за этот самый базисный ресурс – экономическая, политическая или даже вооруженная.

Количество почвы, необходимой для жизнеобеспечения общества, зависит от численности населения, природного плодородия земли, а также методов и технологий, используемых для выращивания продовольственных культур. Несмотря на то, что возможности современных хозяйств позволяют прокормить огромные массы людей, каждому человеку для пропита-

ния в любом случае требуется определенный объем плодородного грунта. Этот непреложный факт означает, что сохранение почв и есть тот самый фактор, который определяет срок жизни любой цивилизации.

Жизнеобеспечивающая способность сельскохозяйственного ландшафта зависит как от его физических характеристик (почвы, климата, растительности), так и от применяемых аграрных технологий и методик. Общество, приблизившееся к допустимому пределу в контексте присущего только ему характера взаимодействия человека и среды, становится особенно уязвимым перед лицом таких бедствий, как вражеский набег или изменение климата. К сожалению, общества, почти исчерпавшие свой экологический потенциал, очень часто вынуждены максимально увеличивать урожай, чтобы прокормить население, и поэтому игнорируют проблему охраны почв.

В геологическом смысле почву можно представить как некое зеркало заднего вида, в котором отчетливо просматривается, какую важную роль играла старая добрая грязь на протяжении всего исторического периода – от древнейших цивилизаций до современного общества цифровых технологий. Из этого можно сделать вывод, что устойчивое функционирование индустриального общества зависит от сохранения почвы и рационального управления этим ресурсом ничуть не меньше, чем от инновационных технологий. Сегодня человек, медленно переделывая свой мир без какого бы то ни было плана, перемещает по поверхности планеты больше грунта, чем любой биологический или геологический процесс.

Здравый смысл и ретроспективный взгляд – вот что может помочь в выборе правильного ракурса при осмыслении прошлого опыта. Цивилизации не исчезают внезапно. Они не стремятся к саморазрушению сознательно. Гораздо чаще они просто делают ошибки, после чего клонятся к упадку по мере того, как от поколения к поколению тают запасы их почвы. Хотя историкам и свойственно связывать крах цивилизаций с какими-то конкретными событиями, типа климатических изменений, войн или стихийных бедствий, однако влияние почвен-

ной эрозии на судьбы древних культур было во многом решающим. Посмотрите и сами убедитесь: все это прямым текстом зафиксировано в самой почве.

ГЛАВА ВТОРАЯ



Кожный покров Земли

Нам известно больше о движении
небесных тел, чем о почве у нас под ногами.

Леонардо Да Винчи



ПОСЛЕДНЯЯ И НАИМЕНЕЕ ИЗВЕСТНАЯ ИЗ КНИГ ЧАРЛЬЗА ДАРВИНА не вызвала особых споров. Опубликованная за год до его смерти в 1882 г., она подробно описывала, как дождевые черви перерабатывают грязь и гниющие листья, преобразуя их в почву. В этой заключительной работе Дарвин представил на суд читателя труд всей своей жизни, в основе которого лежали, казалось бы, тривиальные наблюдения. Или же ему удалось открыть нечто фундаментальное о нашем мире – нечто такое, что заставило его посвятить свои последние дни передаче этих знаний потомкам? Книга Дарвина о червях, которую некоторые критики снисходительно считали курьезной прихотью угасающего рассудка, посвящена изучению того циклического процесса, которому подвергается находящаяся у нас под ногами земля, проходя через тело червя, а также тому, как черви сформировали сельскую местность в Англии.

Собственные поля предоставили Дарвину первую возможность понять суть геологического значения такого феномена, как черви. Вскоре после возвращения домой в Англию из кругосветного путешествия Дарвин, знаменитый джентльмен–землевладелец, обратил внимание на сходство той субстанции, которую периодически выносили на поверхность черви, с мелкозернистой почвой, покрывавшей слой золы, разбросанной по его владениям годами ранее. С той поры, однако, на этих угодьях ничего не происходило, поскольку Дарвин не исполь-

зовал их ни под выпас скота, ни под посеvy. Каким же образом рассыпанная по поверхности зола погружалась вглубь земли практически у него на глазах?

Единственное объяснение, казавшееся правдоподобным, звучало совершенно абсурдно: год за годом черви выносили на поверхность маленькие кучки своих выделений – отработок. Могли ли черви действительно перепаживать его поля? Заинтригованный, он приступил к исследованиям, чтобы выяснить, действительно ли черви могли поступательно формировать пласт новой почвы. Некоторые современники сочли его сумасшедшим из-за одержимости нелепой, по их мнению, идеей, что жизнедеятельность червей способна привести к чему-нибудь стоящему.

Не смущаясь этим обстоятельством, Дарвин собирал и взвешивал отработки, чтобы определить, сколько же грязи перемещали черви в сельских районах Англии. Сыновья помогли ему проанализировать скорость погружения в землю руин древних построек после того, как они были заброшены. Вдобавок, что казалось его друзьям совсем уж эксцентричным, он изучал повадки червей, которых держал в горшочках в своей гостиной, экспериментировал с их кормом и оценивал скорость, с которой они превращали листья и грязь в почву. В итоге Дарвин пришел к выводу, что «весь растительный слой по всей стране уже много раз прошел, и еще не раз пройдет через кишечник дождевых червей»¹. Это был довольно значительный шаг вперед – от смутной догадки о роли червей в обработке его полей до предположения, что черви методично пропускали через себя вообще всю почву Англии. Что же привело Дарвина к столь необычным умозаключениям?

Один конкретный случай стоит особняком в череде его наблюдений. В 1841 г., когда одно из полей в последний раз вспахали, густо покрывавшие его поверхность камни отзывались громким стуком всякий раз, когда юные сыновья Дарвина сбегали вниз по распаханному склону. Однако, в 1871 г. после того, как в течение тридцати лет поле лежало под паром, лошадь могла проскакать по нему из конца в конец, не задев

подковой ни одного камешка. Куда же могли подеваться эти камни?

Заинтересовавшись этим случаем, Дарвин выкопал канаву через все поле. Слой камней – совсем таких же, как те, что когда-то покрывали поверхность – покоился на глубине двух с половиной дюймов под пластом мелкозернистой земли. Именно это и произошло с золой десятилетиями раньше. Год за годом нарастал новый верхний слой почвы – несколько дюймов за столетие – и происходило это, как подозревал Дарвин, благодаря усилиям бесчисленных червей.

Чтобы выяснить, не было ли чего-то необычного в его полях, Дарвин привлек к работе своих взрослых сыновей и поручил им подсчитать, насколько быстро полы и фундаменты зданий, заброшенных сотни лет тому назад, погружались в свежесформированную почву. Молодые исследователи доложили, что рабочие в Суррее находили маленькие осколки красной черепицы, характерной для римских вилл, на глубине двух с половиной футов под поверхностью земли. находка монет, относящихся к периоду II–IV вв. до н. э., подтвердила тот факт, что вилла была заброшена более тысячи лет назад. Толщина почвенного слоя, покрывавшего полы строений, составляла от шести до одиннадцати дюймов, то есть почвообразование предположительно проходило со скоростью от половины до одного дюйма за столетие. Нет, поля Дарвина не были в этом смысле уникальными.

Результаты изучения других древних руин укрепили растущую уверенность Дарвина в том, что черви перепаживали сельскую местность по всей Англии. В 1872 г. один из сыновей Дарвина обнаружил, что пол в нефе аббатства Больё, разрушенного в ходе войны, которую Генрих VIII вел против католической церкви, опустился под землю на глубину от шести до двенадцати дюймов.

Развалины другой крупной римской виллы в Глостершире веками лежали скрытыми от людских глаз, пока их не обнаружил под двух- или трехдюймовым слоем лесной почвы раскапывавший кроличьи норы лесник. Бетонные мостовые города

Вирокониум тоже лежали под слоем почвы толщиной почти в два фута. Эти скрытые под землей руины свидетельствовали о том, что для формирования одного фута верхнего почвенного слоя потребовались века. Но черви – разве могли они реально выполнить такую работу?

Собирая и взвешивая отработки червей из самых разных мест, Дарвин выяснил, что каждый год черви выносили на каждый акр поверхности от десяти до двадцати тонн грунта. Равномерно распределяясь по земле, слой этой грязи ежегодно прибавлял от одной десятой до четверти дюйма. Этого с лихвой хватало, чтобы объяснить погружение в землю римских развалин и убедиться в сходстве этой скорости почвообразования с той, которую Дарвин вычислил для приснопамятного поля, которое его дети называли «каменистым». Наблюдения и земляные работы на собственных полях, раскопки полов древних зданий, непосредственное взвешивание отработок помогли Дарвину пролить свет на роль червей как основных инструментов формирования верхнего слоя почвы.

Но как они это делали? В террариумах, которыми он заставлял тесную гостиную, Дарвин наблюдал, как черви вносили органические вещества в почву. Он насчитал огромное количество листьев, которое его новые питомцы утащили в свои норки в качестве съедобного изоляционного материала. Разрывая листья на мелкие кусочки и частично переваривая их, черви перемешивали органическое вещество с уже поглощенным мелкозернистым грунтом.

Дарвин также заметил, что наряду с измельчением листьев черви разрушали маленькие кусочки породы, превращая их в минеральную почву. Вскрытие мускульных желудков червей почти всегда показывало наличие в них крошечных камешков и песчинок. Дарвин обнаружил, что кислота в желудках червей имела сходство с содержащейся в почве гумусовой кислотой, поэтому он сравнил пищеварительные возможности червей со способностью корней растений со временем растворять даже самые твердые скальные породы. Складывалось впечатление, что черви способствовали почвообразованию тем, что медлен-

но перепахивали, измельчали, перерабатывали и перемешивали осадочное крошево свежесобранных пород с переработанным органическим веществом.

Дарвину открылось, что черви помогали не только производить почву, но и перемещать ее. Обследуя свое поместье после проливных дождей, он обратил внимание на то, как мокрые отработки перемещались по склону вниз, даже когда склон был совсем пологим. Методично собрав, взвесив и сравнив отработки, выброшенные из норки червей, Дарвин обнаружил, что вниз по склону от норки их объем вдвое больше, чем по склону вверх. Материал, который черви выносили на поверхность, перемещался под уклон в среднем на два дюйма. Даже когда черви просто рыли свои норки, они заставляли землю помаленьку сползать по склону вниз.

На основании этих измерений Дарвин вычислил, что ежегодно один фунт почвы перемещался на десять ярдов вниз по склону среднестатистического английского холма. Он заключил, что в масштабах Англии почвенный покров медленно полз вниз по покрытым дерном склонам по мере того, как невидимая армия червей перерабатывала грязь. Совместными усилиями английские и шотландские черви перемещали почти полмиллиарда тонн земли в год. Дарвин считал червей основной геологической силой, способной воссоздать землю за миллионы лет.

Работа, проделанная Дарвином с червями, была, несомненно, революционной, однако он не обладал всей полнотой знаний об эрозии. На основании измерений объема осадочных пород, вынесенных течением Миссисипи, он рассчитал, что потребуется четыре с половиной миллиона лет, чтобы Аппалачи превратились в пологую равнину, при условии, что не произойдет поднятия земной коры. Насколько нам известно, Аппалачи существуют более ста миллионов лет. Эта тектонически мертвая, не переживавшая подъемов горная система эродировала еще с эпохи динозавров. Так что Дарвин значительно недооценил то время, которое требуется для того, чтобы стереть горы с лица земли. Как же он мог столь сильно ошибиться?

Дарвин и его современники не знали об изостазии – процессе, посредством которого эрозия запускает механизм подъема скальных пород к поверхности из земных недр. Эта теория получила заслуженное признание в мире геологии лишь спустя десятки лет после смерти Дарвина. Став в настоящее время общепризнанной концепцией, изостазия говорит о том, что эрозия не только выхолащивает скальные породы, но и выносит их ближе к поверхности земли, компенсируя тем самым львиную долю потерь возвышенного рельефа.

Хотя при здравом размышлении эта теория противоречит пониманию эрозии как процесса изнашивания окружающего мира, в более глубоком смысле принцип изостазии вполне логичен. Континенты, состоящие из сравнительно более легких пород, «дрейфуют» в уплотненном слое верхней мантии Земли. Совсем так же, как и айсберг в океане или кубик льда в стакане воды, континент большей своей частью находится ниже уровня моря. При таянии верхушки плавающего льда оставшаяся часть поднимается над поверхностью и продолжает дрейфовать. Сходным образом «корни» континентов могут уходить вглубь земли более чем на пятьдесят миль, прежде чем достигнут более плотных пород мантии. По мере того как ландшафты эродированы, теряя почвенный слой, невыветренные скальные породы поднимаются к поверхности, чтобы компенсировать массопотерю в результате эрозии. Фактически земная поверхность понижается всего на два дюйма при эродировании одного фута скальных пород, поскольку происходит подъем десяти дюймов новых пород взамен каждого фута исчезнувших с лица земли. Изостазия обеспечивает появление новых скальных массивов, за счет которых будет формироваться свежая почва.

Дарвин рассматривал верхний слой почвы как постоянную величину, обеспеченную равновесием между почвенной эрозией и разрушением подстилающих пород. По Дарвину, плодородный слой почвы постоянно трансформируется, при этом оставаясь неизменным. Наблюдая за червями, он разглядел динамическую природу тонкого покрова Земли. Этот последний,

итоговый этап жизни Дарвина помог распахнуть дверь перед современной концепцией почвы как кожного покрова Земли.

Отдавая должное роли червей в почвообразовании, Дарвин считал их природными садовниками.

Окидывая взором обширные, покрытые травой угодья, мы должны помнить, что их гладкость, столь способствующая красоте, во многом обязана тому, что все неровности медленно выравнивались червями. Удивительно сознавать, что весь поверхностный перегон этих угодий прошел и впредь каждые несколько лет будет опять проходить сквозь тела червей. Плуг – одно из древнейших и полезнейших человеческих изобретений, но задолго до его появления земля постоянно взрыхлялась и продолжает таким же образом рыхлиться дождевыми червями. Вряд ли существует много других животных, которые играли бы столь важную роль в истории земли, как эти низкоорганизованные создания².

Недавно проведенные исследования микроскопической структуры почвы в юго-восточной Шотландии и на Шетландских островах подтвердили предположения Дарвина. Верхний слой почвы на полях, заброшенных в течение нескольких веков, почти полностью состоял из экскрементов червей вперемежку с обломками камней. Как и подозревал Дарвин, червям требуется всего несколько столетий, чтобы тщательно перепачкать почву.

Развивая свою концепцию почвы как динамичного пограничного слоя между скальными породами и живыми организмами, Дарвин задумывался о том, насколько глубина почвенного слоя отражает условия окружающей среды. Он писал, что более толстый почвенный пласт защищает расположенные ниже камни от червей, способных проникнуть вглубь лишь на несколько футов. Также Дарвин отмечал, что гумусные кислоты, которые черви выпускают в почву, разлагаются прежде, чем проникнут глубже в землю. Далее он делал выводы о том, что толстый слой почвы защищает камни от сверхвысокого пере-

пада температур, а также от разрушающего воздействия сильных холодов и заморозков. Почвенный слой утолщается до тех пор, пока не возникает равновесие между темпами почвенной эрозии и скоростью почвообразования, в ходе которого вышедшие к поверхности скальные породы превращаются в свежую плодородную почву.

В этот раз Дарвин все понял правильно. Почва – динамичная система, реагирующая на изменения окружающей среды. Если почва воссоздается быстрее, чем эродировать – ее слой утолщается. В представлении Дарвина, нарастание почвенного слоя в конечном итоге замедляет скорость формирования новой почвы, изолируя невыветренную породу от почвообразующих процессов. И наоборот, когда ландшафт теряет почвенный покров, процессы выветривания получают возможность воздействовать непосредственно на оголенные породы, что приводит либо к ускорению почвообразования, либо практически к полному его прекращению в зависимости от того, насколько успешно растения способны осваиваться на местных породах.

По прошествии определенного времени, эволюция почвы приводит к равновесному состоянию между интенсивностью эрозии и скоростью, с которой процесс выветривания создает новую почву. Это способствует формированию толщины почвенного слоя, адаптированной к конкретным условиям окружающей среды определенного ландшафта. Даже несмотря на то, что большие объемы почвы могут эродировать и восстановиться в ходе выветривания свежей породы, почвенный покров, ландшафты и целые растительные сообщества все равно эволюционируют совместно по причине взаимозависимости, обусловленной равновесием между почвенной эрозией и почвообразованием.

Такое взаимодействие, несомненно, проявляется и в особенностях самого рельефа. Голые, угловатые горные склоны характерны для засушливых районов, где способность летних грозных ливней смывать почву неизменно превосходит почвообразовательные возможности местности. В более влаж-

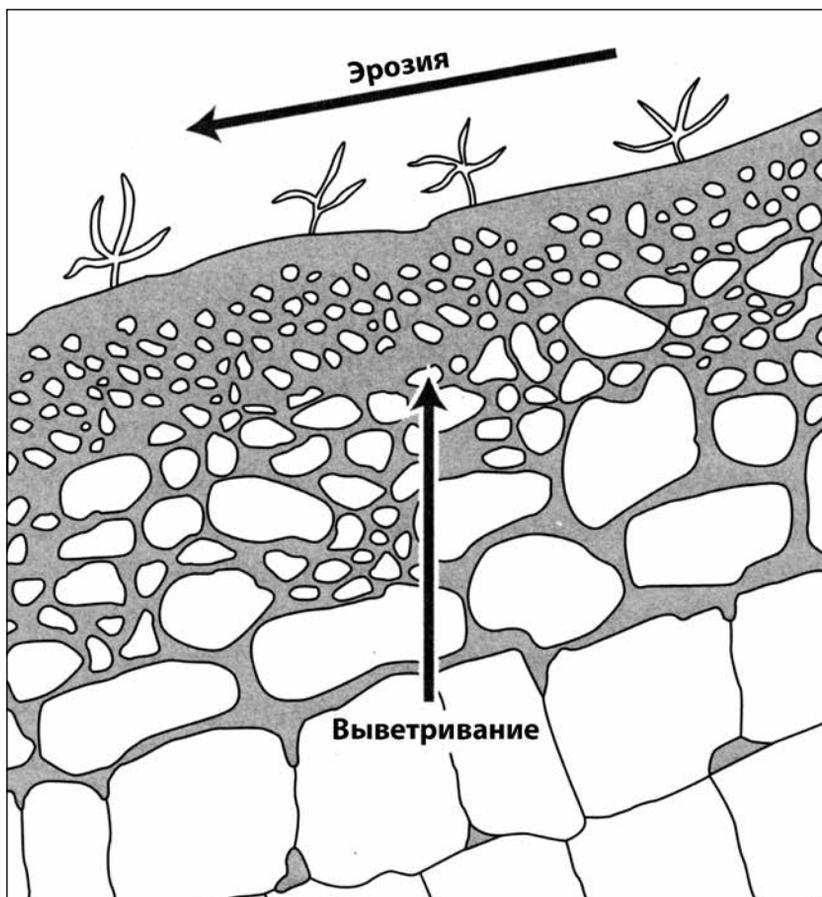


Рисунок 1. Толщина почвенного покрова на склоне холма отражает состояние равновесия между почвенной эрозией и разрушением коренных пород, формирующих почву.

ных районах, где скорость формирования почвы не отстает от темпов ее эрозии, сглаженная форма холмов отражает свойства почвы, а не природу горных пород. Таким образом, угловатость горных склонов более типична для ландшафтов засушливых районов, где почвообразование протекает медленно, в то время для влажных районов тропического пояса характерны мягкие, округлые формы холмов.

Почва не только формирует рельеф земли, она также является источником исключительно важных для развития расте-

ний питательных элементов, впитывает и накапливает кислород и воду. Выполняя роль катализатора, хороший почвогрунт позволяет растениям улавливать солнечный свет, помогая преобразовывать солнечную энергию и углекислый газ в углеводы, обеспечивающие энергией всю наземную жизнь по всей длине пищевой цепочки.

Растениям требуются азот, калий, фосфор и масса других элементов. Некоторые из них, такие как кальций или натрий, являются вполне распространенными, и их дефицит не лимитирует рост растений. Другие, например кобальт, достаточно редки, однако тоже крайне необходимы. Процессы почвообразования также обеспечивают круговорот питательных веществ в экосистемах, косвенным образом создавая благоприятную среду как для фауны, так и для флоры. В конечном счете, уровень питательных веществ в почве определяет предел продуктивности наземных экосистем. Вся функционирующая вне океанов «биологическая фабрика» работает за счет питательных веществ, которые производит и накапливает почва. Эти вещества циркулируют в экосистемах, перемещаясь из почвы в растения и животных, а затем возвращаясь обратно в почву.

История жизни неразрывно связана с историей почвы. На раннем этапе существования нашей планеты ее поверхность была покрыта обнаженными коренными породами. Просачиваясь в бесплодную землю, дождевая вода медленно вымывала химические элементы из ближайших к поверхности слоев, превращая составляющие породу минералы в глину. Медленно проникая вглубь грунта, вода способствовала перераспределению свежей глины, создавая примитивную минеральную почву. Самой древней ископаемой почве более трех миллиардов лет – почти столько же, сколько и старейшим осадочным породам и вообще самой земле. Видимо, формирование глины доминировало на ранних стадиях почвообразования; первичные ископаемые почвы обычно богаты калием, поскольку тогда еще не было растений, способных извлекать питательные вещества из глины.

Некоторые ученые выдвинули гипотезу, что глинистые минералы даже сыграли ключевую роль в эволюции жизни, образовав химически высокоактивную поверхность, служившую субстратом, на котором органические молекулы группировались в живые организмы. Свидетельства ископаемой жизни в морских отложениях относятся примерно к тому же времени, что и древнейшая почва. Вероятно, это не случайность, что гуанин и цитозин (две из четырех важнейших основ ДНК) образуются в насыщенных глиной растворах. Неизвестно, способствовал ли зарождению жизни процесс распада коренных пород и их превращения в глину, но эволюция самых первых почв действительно сыграла ключевую роль, преобразовав нашу планету в место, пригодное для функционирования более сложных форм жизни.

Четыре миллиарда лет назад температура поверхности Земли была близка к температуре кипения. Самые первые бактерии были близкими родственниками тех, чьи колонии до сих пор населяют геотермальные источники Йеллоустонского парка. К счастью, рост и развитие этих термофильных бактерий ускорили процесс выветривания коренных пород в достаточной степени, чтобы на скальной поверхности, защищенной бактериальной пленкой, смогла сформироваться примитивная почва. Поглощение бактериями углекислого газа из атмосферы остудило планету на 30°C , доведя ее до 45°C , то есть обеспечило эффект, обратный парниковому. Если бы не эти почвообразующие бактерии, наша планета была бы практически непригодна для жизни.

Эволюция почв позволила растениям заселить землю. Около 350 млн. лет тому назад примитивные растения распространились по дельтам рек и береговым долинам, где скапливались отложения илистого грунта, унесенного эрозией с лишенных растительности возвышенностей. Когда растения добрались до горных склонов, связав своими корнями воедино скальные фрагменты и плодоносную грязь, примитивные почвы ускорили процесс разрушения коренных пород, тем самым ускорив почвообразование. Респирационная активность корней и поч-

венной биоты привела к повышению содержания двуокиси углерода до уровня, в десятки, а то и в сотни раз превосходящего ее содержание в атмосфере, превратив грунтовые воды в слабый раствор угольной кислоты. Вследствие этого коренные породы, погребенные под покрытым растительностью пластом почвы, разлагались намного быстрее, чем выступившая на поверхность обнаженная порода. Эволюция растений увеличила интенсивность почвообразования, что привело к появлению почв, лучше приспособленных к жизнеобеспечению большего количества растений.

Как только органическая масса начала обогащать почву, предоставив возможность развиваться большему числу растений, процесс самоукрепления вновь повысил ее плодородие, в результате чего она могла подкармливать еще больше растений. С тех пор богатый органикой верхний почвенный слой сам обеспечивал свое плодородие, поддерживая жизнь растительных сообществ, которые и возвращали органические вещества обратно в грунт. Более крупные и более многочисленные растения насыщали почву разлагающейся органической массой, что позволило обеспечить кормом большее поголовье животных, которые также возвращали почве питательные вещества после своей смерти. Несмотря на периодические случаи массового вымирания отдельных форм жизни, живые организмы и почвы развивались в симбиозе и приобретали новые свойства в процессе климатических изменений и континентального дрейфа.

Подводя черту под жизненным циклом организмов путем разложения и повторного использования органических веществ, почва не только восстанавливает свою способность обеспечивать жизнь растений, но и служит неким фильтром, который очищает мертвую материю и преобразует ее в питательные вещества, составляющие основу развития новой жизни. Почва представляет собой своеобразный интерфейс между коренными породами, из которых состоит наша планета, и живой природой, то есть растениями и животными, существующими за счет солнечного света и питательных веществ, вы-

ветриваемых из коренных пород. Растения получают углерод непосредственно из воздуха, а воду из почвы, но, как и в любом производственном процессе, недостаток важнейших компонентов приводит к снижению продуктивности почвы. Азот, калий и фосфор – вот три элемента, которые обычно лимитируют развитие растений и влияют на продуктивность экосистемы в целом. Однако если взглянуть на проблему шире, почва регулирует перенос элементов из земных недр в окружающую атмосферу. Эрозия жизненно необходима для постоянного обновления почвы – просто она не должна быть настолько стремительной, чтобы привести к исчезновению всего почвенного покрова.

В самой своей основе наземная жизнь нуждается в почве, которую, в свою очередь, эта жизнь и производит с участием перегноя. По оценкам Дарвина, на каждом акре доброй английской земли обитало почти четыреста фунтов червей. В плодородном поверхностном слое также нашли пристанище микроорганизмы, помогающие растениям получать питательные вещества из органической и минеральной почвенной массы. Горстка земли, взятой с поверхности, может содержать миллиарды таких микроорганизмов, а их численность в одном фунте плодородного грунта превзойдет численностью все население планеты. Нелегко себе это представить, находясь в переполненном токийском метро или с трудом пробираясь по улицам Калькутты или Нью-Йорка. Тем не менее, наша реальность опирается на невидимый мир микробов и во многом зависит от него – ведь именно микробы способствуют высвобождению питательных веществ и разложению органической материи, делая землю гостеприимным домом как для растений, так и для людей.

Населяющие почву организмы находятся вне нашего поля зрения, однако на их долю приходится значительная часть биоразнообразия наземных экосистем. Растения снабжают почвенную биоту энергией, обеспечивая поступление органических веществ, источником которых служат опавшие листья, останки растений, трупы животных. В свою очередь, почвен-

ные организмы снабжают растения питательными веществами, ускоряя выветривание коренных пород и разложение органической массы. Под определенными фитоценозами формируется уникальный симбиоз обитающих в почве организмов. Это означает, что изменения в фитоценозах вызовут изменения в почвенной биоте, способные повлиять на плодородие почвы, а следовательно и на развитие растений.

Наряду с дарвиновскими червями в почвообразовании участвует целый комплекс физических и химических процессов. Такие норные представители фауны, как суслики, термиты и муравьи, подмешивают в почву каменное крошево. Корни растений разрывают горные породы на части. Падающие деревья выворачивают наружу скальные фрагменты и смешивают их с землей. Сформированные глубоко в недрах под огромным давлением горные породы увеличиваются в объеме и раскалываются на части по мере приближения к поверхности земли. Под действием влаги, засухи, заморозков, оттепели, лесных пожаров большие куски породы ломаются, образуя фрагменты меньшего размера, которые со временем превращаются в гранулы составляющих их минералов. Некоторые породообразующие минералы, такие как кварц, весьма устойчивы к химическому воздействию. Не меняя состава, они просто распадаются на все меньшие и меньшие части. Другие минералы, особенно полевые шпаты и слюды, легко превращаются в процессе выветривания в глину.

По отдельности неразличимые для глаза, частицы глины так малы, что десятки их могут поместиться на точке в конце данного предложения. Эти микроскопические частицы настолько плотно соединены между собой, что способны обеспечить водонепроницаемость поверхности земли и усилить сток дождевых вод. Свежие глинистые почвы богаты необходимыми для растений питательными веществами, однако по мере насыщения водой глина прочно ее удерживает. Глинистые почвы медленно поддаются осушению, а высыхая образуют толстую корку. Значительно превосходя по размеру частицы глины, даже самые мелкие песчинки видны не-

вооруженным глазом. Песчаные почвы легко осушаются, но это затрудняет рост растений. По размеру частиц ил занимает промежуточное положение между песком и глиной: он идеален для возделывания сельхозкультур, поскольку способен удерживать достаточные объемы влаги для питания растений и при этом довольно быстро поддается дренажу во избежание заболачивания. Идеальную сельскохозяйственную почву представляет собой смесь ила, глины и песка, называемая суглинком, поскольку она обеспечивает свободную циркуляцию воздуха, хороший дренаж и легкий доступ к необходимым для растений питательным веществам.

Особенность глинистых минералов состоит в том, что они имеют феноменальную суммарную площадь поверхности. В половине фунта глины может быть ни много ни мало – двести акров минеральной поверхности. Как тонкие бумажные листы, сложенные в картонную колоду, глину образуют слоистые минералы с прослойкой из катионов – калия, кальция, магния – между силикатными пластиночками. Вода, проникающая в структуру глины, способна растворять катионы, снабжая почву обогащенным раствором питательных веществ для подкормки растений.

Таким образом, свежие глины обеспечивают плодородность почвы благодаря большому количеству катионов, находящихся в свободном состоянии на поверхностях минералов. Однако по мере выветривания из почвы выщелачивается все больше питательных веществ, а в прослойке между силикатами остается все меньше элементов. Со временем содержание питающих растения минералов становится ничтожным. Хотя глины также способны связывать органическую почвенную массу, пополнение запаса основных питательных веществ, таких как фосфор и сера, зависит только от выветривания, высвобождающего новые питательные вещества из свежесформированной породы.

Львиная доля азота, напротив, попадает в землю в результате биологической фиксации атмосферного азота. Азотфиксирующие растения не существуют; это бактерии в симбиозе с растени-

ем–хозяином (например, клевером) превращают нейтральный атмосферный азот в биологически активный аммиак в корневых клубеньках 2–3 мм длиной. Попав в органический состав почвы, азот способен циркулировать, переходя из разлагающейся материи обратно в растения, поскольку почвенная микрофлора выделяет ферменты, разлагающие крупные органические полимеры в такие растворимые формы, как аминокислоты, которые растения способны усвоить и вновь использовать.

Скорость почвообразования зависит от условий окружающей среды. В 1941 г. профессор Ханс Дженни из Калифорнийского университета в Беркли предположил, что характер почвы отражает топографические, климатические и биологические особенности ландшафта, наложенные на локальные геологические процессы, обеспечивающие сырьё, из которого и возникает почва. Дженни назвал пять основных факторов, влияющих на формирование почвы: это исходный материал (горные породы), климат, биоорганизмы, рельеф поверхности и время.

Геология региона влияет на тип почвы, которую формирует процесс разрушения горных пород, неизбежно происходящий при выходе породы на поверхность. При разрушении гранита образуются песчаные почвы. Из базальта получаются почвы, богатые глиной. Известняк просто растворяется и вымывается, оставляя скалистый ландшафт с тонким почвенным слоем и множеством пещер. Некоторые породы выветриваются быстро, образуя тучный почвенный пласт, в то время как другие сопротивляются эрозии, медленно формируя скудную почву. Поскольку наличие доступных растениям питательных веществ зависит от химического состава исходного материала почвы, осмысление процесса почвообразования следует начинать с горных пород, лежащих в основе его генезиса.

Рельеф местности также влияет на почву. Тонкий почвенный слой со свежим минеральным наполнением покрывает крутые склоны в районах, где геологическая активность вызвала подъем гор и продолжает обновлять склоновый рельеф. Покатые склоны геологически спокойных территорий обычно покрыты более толстым, глубоко выветренным почвенным слоем.

Большое влияние на формирование почвы оказывает климат. Обильные осадки и высокие температуры благоприятствуют химическому выветриванию и преобразованию породообразующих минералов в глины. Холодный климат ускоряет механическое разрушение пород на мелкие кусочки за счет расширения и сжатия в ходе циклов замерзания–оттаивания. При этом низкие температуры замедляют химическое выветривание. Поэтому альпийские и полярные почвы обычно содержат множество невыветренных минералов, поверхность которых способна обеспечить поступление новых питательных веществ, в то время как почвы в тропиках, как правило, мало пригодны для сельского хозяйства, поскольку состоят из сильно выветренных глин с выхолощенным питательным составом.

Температура и осадки в первую очередь влияют на растительные сообщества, входящие в различные экосистемы. Вечная мерзлота в высоких широтах способна поддерживать только низкорослые кустарники арктической тундры. Мягкий температурный режим и уровень осадков умеренных широт дают возможность расти лесам, под которыми за счет опадания и перегнивания листвы образуется богатый органикой грунт. Более сухие луговые почвы, в которых сильна микробная активность, получают органику как от переработки отмерших корней и листьев, так и из навоза пасущихся животных. Для аридных условий типичен тонкий покров каменистой почвы со скудной растительностью. Высокие температуры и обильные осадки у экватора дают жизнь буйной растительности влажных лесов на выщелоченных почвах за счет рециркуляции питательных веществ, возвращенных в землю выветриванием и разложением растительной массы. Таким образом, климатические зоны на планете обеспечили разные модели эволюции почв и растительных сообществ.

Благодаря несходству геологических и климатических условий, почвы в различных регионах более или менее подходят для сельского хозяйства. К примеру, обильные осадки и высокие темпы выветривания на пологих склонах многих тропических ландшафтов означают, что спустя достаточно продолжи-

тельное время просачивающиеся вглубь осадки вымоют почти все питательные вещества – как из почвы, так и из выветренной подстилающей породы. Когда такое происходит, обильная растительность начинает сама себя обеспечивать, в основном, за счет собственных запасов, удерживая и перерабатывая питательные вещества, некогда полученные из давно выветренных пород. Поскольку в таких регионах большая часть питательных веществ содержится не в почве, а в самих растениях, то с исчезновением аборигенной флоры пропадает и продуктивная способность почв. Зачастую из-за продолжавшейся десятилетиями вырубке лесов истощенный питательный состав грунта уже не может обеспечивать ни земледелие, ни животноводство. Бедные питательными веществами тропические почвы служат иллюстрацией к общему правилу, которое гласит, что новая жизнь зависит от продуктов переработки старой.

Человечество до сих пор не смогло описать видовой состав всех живых организмов, населяющих ту или иную природную почву. Тем не менее, почвы и присущая им биота обеспечивают нас чистой питьевой водой, перерабатывают мертвую материю в новую жизнь, облегчают доставку питательных элементов к растениям, запасают углерод, даже нейтрализуют действие промышленных отходов и загрязняющих веществ – к тому же они производят почти все наше продовольствие.

Невидимые глазу и обделенные нашим вниманием почвенные организмы могут сильно пострадать от применения различных агротехнических приемов. Вспашка способна погубить крупных обитателей почвенного слоя и уменьшить численность дождевых червей. Пестициды могут уничтожить микробов и микрофауну. Севообороты с короткой ротацией и монокультуры грозят уменьшением разнообразия, изобилия и активности полезной почвенной фауны, а также косвенным образом содействуют распространению переносимых почвой вирусов, патогенов и насекомых–вредителей. Что же касается так называемых альтернативных систем сельского хозяйства, то они как раз способны лучше обеспечить сохранность почвенных организмов, повышающих плодородие почвы.

Как и скорость почвообразования, интенсивность эрозии зависит от свойств почвы, обусловленных исходным материалом (коренной породой), а также присущими данной местности организмами, ее климатическими и топографическими особенностями. Способность почвы противостоять эрозии определяется комбинацией структурных свойств, а именно пропорциями ила, песка или глины в конкретной смеси, а также ее связующей способностью при агрегации почвенной органической массы. Повышенное содержание органических веществ замедляет эрозию, поскольку присутствующая в почве органика связывает частицы почвы, образуя устойчивые к эрозии агрегаты. Влияние регионального климата на скорость эрозии зависит от количества осадков и от того, в какой форме происходит поверхностный сток – в виде рек или ледников. Топография также имеет значение, поскольку при прочих равных условиях более крутые склоны эродируют быстрее, чем пологие. Однако обильные осадки не только увеличивают объем поверхностного стока и за счет этого интенсивность эрозионных процессов; они также способствуют развитию растительного покрова, защищающего почву от эрозии. Этот базисный принцип взаимной компенсации говорит о том, что количество осадков напрямую не влияет на скорость почвенной эрозии. Ветер может стать доминирующим фактором эрозии в условиях аридного климата или же на местности с нарушенной почвой, например на сельскохозяйственных полях. Биологические процессы, участниками которых выступают и дарвиновские черви, и папуший землю человек, также постепенно перемещают почву вниз по склонам.

Для разных мест большее или меньшее значение имеют разные типы эрозионных процессов, однако среди них есть ряд доминирующих. Когда дождь падает на землю, влага либо просачивается в почву, либо стекает с поверхности; увеличение осадков ведет к усилению эрозии. Там, где накапливается достаточное количество осадков, потоки воды могут захватывать и уносить почву, прорезая маленькие каналы или канавки, которые сливаются в более крупные эрозионные вымоины – глу-

боко врезавшиеся каналы, размеры которых не позволяют их запахать. На крутых склонах интенсивные или продолжительные осадки могут пропитать почву настолько, что случаются оползни. Ветер поднимает в воздух пылевые массы, вызывая эрозию сухих почв со скудным растительным покровом. Хотя в определенном ландшафте эти процессы действуют комплексно, доминирующий тип зависит от топографии и климата.

В 50-х гг. XX в. ученые, занимавшиеся почвенной эрозией, приступили к разработке универсального уравнения, которое могло бы объяснить процесс утраты почвы. Суммировав данные станций изучения эрозии, они продемонстрировали, что эрозия почвы, как и ее формирование, зависит от характеристик почвы, местных климатических условий, топографии, а также от особенностей и состояния местной флоры. В частности, на темпы почвенной эрозии сильно влияют крутизна склонов и агротехника. Как правило, эрозия протекает интенсивнее на более крутых склонах, при обилии осадков и в местах со скудным растительным покровом.

Растения и образуемая ими подстилка защищают землю от прямого воздействия дождевых капель, а также от эрозионных поверхностных стоков. Когда голая земля открыта дождю, каждый удар падающей дождевой капли вызывает сползание грязи вниз по склону. Интенсивные осадки, вызывающие быструю эрозию верхнего почвенного слоя, обнажают более глубокие и плотные слои почвы, которые медленнее впитывают воду и вследствие этого увеличивают водосток. Это, в свою очередь, повышает эрозионную силу водных потоков, бегущих по поверхности земли. Некоторые типы почв чрезвычайно чувствительны к такой обратной реакции, способной быстро лишить незащищенную землю верхнего почвенного слоя.

Под поверхностью земли протяженные корневые системы связывают воедино растительный покров и стабилизируют топографию рельефа. В лесах с сомкнутым листовым пологом корни отдельных деревьев переплетаются так, что создают живую ткань, улучшающую сцепление почвы со склонами. И

наоборот, в отсутствие лесного покрова крутые склоны эродируют быстрее.

Для описания различных слоев почвы почвоведы используют простую систему – в прямом смысле «азбуку грязи». Частично разложившаяся органическая масса на поверхности земли определяется как горизонт *O*. Этот слой органики, толщина которого варьируется в зависимости от растительности и климата, обычно состоит из листвы, веточек и другого растительного материала, лежащего поверх минерального слоя. Органический слой может полностью отсутствовать в засушливых районах с редкой растительностью, зато в густых тропических джунглях горизонт *O* содержит основную массу почвенных питательных веществ.

Ниже органического горизонта залегает горизонт *A* – насыщенный питательными веществами пласт, состоящий из смеси разложившейся органики и минеральной почвы. Богатый органикой темный горизонт *A*, расположенный на поверхности или близко к поверхности земли – это именно то, что мы обычно считаем «грязью». Верхний слой почвы, сформированный рыхлыми горизонтами *O* и *A*, легко поддается эрозии, если он открыт для воздействия осадков, водных потоков и сильных ветров.

Расположенный ниже горизонт *B* обычно толще верхнего слоя почвы, но менее плодороден, так как содержит меньше органических веществ. Часто называемый подпочвой, горизонт *B* поступательно накапливает глины и катионы, переносимые вглубь почвы. Выветренная порода под горизонтом *B* называется горизонт *C*.

Концентрированная органика и питательные вещества делают почвы с хорошо развитым горизонтом *A* наиболее плодородными. Благоприятный баланс воды, тепла и почвенных газов в верхнем слое почвы стимулирует быстрый рост растений. Типичные подпочвы, наоборот, характеризуются избыточным накоплением глины, затрудняющей проникновение корней растений в глубину, низким рН, подавляющим рост растительности, или сцементированными твердыми пластами,

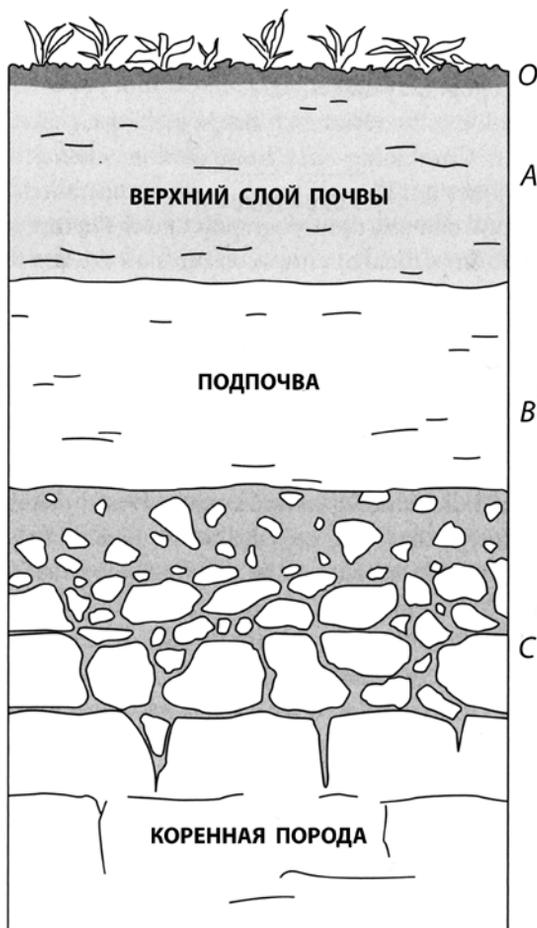


Рисунок 2. Со временем над разрушающимися коренными породами образуются отчетливые горизонты верхнего почвенного слоя и подпочвы.

богатыми железом, алюминием или кальцием. Почвы, теряющие верхний слой, обычно утрачивают и продуктивность, поскольку горизонт *B* чаще всего гораздо менее плодороден.

Сочетания почвенных горизонтов, их толщина и состав широко разнятся у почв, эволюционировавших в разное время в различных условиях. На территории США различают около двадцати тысяч отдельных типов почвы. Несмотря на такое разнообразие, глубина большинства почвенных профилей составляет от одного до трех футов.

Находясь на стыке геологии и биологии, почва поистине представляет собой кожный покров Земли. Почвенный слой глубиной в несколько футов лишь чуть-чуть превышает одну десятиллионную часть радиуса Земли, длина которого 6380 км. Для сравнения, толщина человеческой кожи не достигает и одной десятой дюйма или одной тысячной среднего роста человека. В пропорциональном отношении кожный покров Земли значительно уступает человеческому по толщине и прочности. В отличие от нашей кожи, выполняющей защитные функции, почвенный покров деструктивен, ибо разрушает коренные породы. В геохронологии планеты баланс между почвообразованием и эрозией почв позволяет всему живому существовать за счет тонкой корочки выветренной коренной породы.

Мировая география почв говорит о том, что несколько важнейших регионов лучше всего подходят для интенсивного сельского хозяйства. На большей части планеты почвы бедны – их либо трудно обрабатывать, либо они стремительно эродированы после расчистки и распахивания. В глобальном масштабе наиболее привлекательными для сельского хозяйства являются луговые почвы умеренного пояса, поскольку они невероятно плодородны за счет мощного, богатого органикой горизонта А. Эти глубокие, легкие в обработке почвы составляют основу крупнейших зернопроизводящих регионов мира.

Цивилизация продолжает существовать лишь до тех пор, пока у нее хватает продуктивной почвы для обеспечения населения продовольствием. Почвенные ресурсы определенного ландшафта можно сравнить с семейным бюджетом, включающим доходы, расходы и сбережения. Можно жить на сбережения, но только до того момента, пока не кончатся деньги. Общество может оставаться платежеспособным, пользуясь лишь процентами с накопленного природой капитала, то есть, допуская потерю почвы, но так, чтобы ее темпы не превышали скорость ее формирования. Однако, если эрозия опережает почвообразование, то в конечном итоге утрата почвенных ресурсов лишит нас основного капитала. В зависимости от ско-

рости эрозии глубокий почвенный слой можно разрабатывать веками, пока он не иссякнет; тонкий же слой может исчезнуть гораздо быстрее.

Если большинство популяций дикой флоры круглогодично обеспечивают землю растительным покровом, то сельскохозяйственные культуры защищают поля лишь в течение одного сезона. Все остальное время почва обнажена и уязвима для ветров и дождей, поэтому она эродировать сильнее, чем под естественным покровом. Опять же оголенные склоны способствуют увеличению поверхностного стока и могут быть разрушены эрозией в сотни и даже в тысячи раз быстрее, чем если бы они были покрыты растительностью. Применение различных вариантов традиционной агротехники влечет за собой почвенную эрозию, темпы которой многократно превосходят скорость эродирования луговых и лесных почв.

Кроме того, при непрерывной обработке почва теряет свою органическую массу, так как в контакте с воздухом вещества в ее составе окисляются. Высокое содержание органических веществ способно почти вдвое повысить эрозионную устойчивость почвы, поэтому чем дольше земля подвергается вспашке, тем более уязвимой она становится для эрозии.

Традиционные методы ведения сельского хозяйства имеют тенденцию ускорять эрозию почв по сравнению с естественным процессом, и это порождает фундаментальную проблему. По оценкам Министерства сельского хозяйства США, для формирования верхнего слоя почвы толщиной в один дюйм требуется пятьсот лет. Дарвин считал, что английские черви справляются с этим чуть быстрее, затрачивая на создание одного дюйма пахотного слоя лет сто или двести. При том, что в разных регионах скорость почвообразования различна, стремительная эрозия способна уничтожить накопленную за многие века почву менее чем за десяток лет. Тонкая почвенная оболочка исключительно важна для обеспечения нормальной жизни на Земле; мы же постепенно лишаем ее этой оболочки, буквально сдирая с нашей планеты кожу.

Однако с помощью агротехнических приемов можно и снизить темпы эрозии. Террасирование крутых склонов спо-

собно уменьшить эрозию почвы на 80–90%, превратив их в череду относительно плоских поверхностей, разделенных укрепленными ступенями. Беспашотные методы сводят к минимуму непосредственное нарушение почвенной структуры. Если не запахивать пожнивные остатки в грунт, а оставлять их на поверхности, они превратятся в мульчу, способствующую сохранению влаги и замедлению эрозии. Использование промежуточных культур в севообороте поможет более эффективно защитить почву и снизить ее эрозию. Все эти альтернативные методы известны очень давно. Новизна заключается в их повсеместном внедрении.

За десятилетия научных поисков агрономы разработали способы оценки почвопотерь в разных условиях окружающей среды и при использовании различных агротехнических приемов в расчете на стандартную делянку. Несмотря на полвека передовых исследований, темпы почвенной эрозии все так же трудно прогнозировать, поскольку они существенно различаются в разные года и в разных ландшафтах. Требуются десятилетия трудоемких измерений, чтобы получить репрезентативные данные, которые учитывали бы возможные последствия нечасто случающихся грозных штормов, а также обычных ливней. В свете всего этого неубедительность относительных значений скорости современной эрозии подлила масла в огонь тянущегося десятки лет спора о том, считать ли утрату почвы серьезной проблемой или нет. Ответ на этот вопрос зависит от соотношения темпов эрозии и почвообразования, причем о последнем из этих двух процессов известно еще меньше, чем о первом.

Скептики не разделяют озабоченности по поводу значений скорости эрозии, вычисленных на небольших делянках или на опытных участках и экстраполированных при помощи моделей на весь ландшафт. Они справедливо утверждают, что реальные данные о темпах эрозии получить сложно, что они меняются в зависимости от местности, что для их получения требуются десятилетия непрерывного труда. По их мнению, мы с тем же успехом можем гадать на кофейной гуще. Более того, всего

несколько десятков лет тому назад имелись лишь отрывочные сведения о скорости почвообразования. И все же доступные сегодня данные однозначно подтверждают, что именно из-за привычных методов ведения сельского хозяйства эрозия почв опережает почвообразование. Вопрос, насколько опережает, пока остается без ответа. В этой связи налицо сходство данной проблемы с ситуацией по глобальному потеплению: пока научное сообщество спорит о деталях, привилегированные слои маскируют обороняемые ими позиции дымовой завесой неопределенности.

Тем не менее, несмотря на наши выдающиеся технические достижения, нам все-таки нужна продуктивная почва, чтобы выращивать продовольственные культуры и другие растения, от которых зависит наша жизнь и жизнь наших потомков. На склонах возвышенностей, где базируется значительная часть современного агропроизводства, сохранение почвы стоит огромных усилий. И все же есть места, благоприятные с точки зрения гидрологии и геологии для долговременного ведения сельского хозяйства. Это плодородные речные долины, в которых и зародились первые цивилизации.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ



Реки жизни

Египет – это дар Нила.

Геродот



В ОСНОВОПОЛАГАЮЩИХ ТЕКСТАХ ЗАПАДНЫХ РЕЛИГИЙ говорится о фундаментальной связи человека и почвы. На иврите имя первого человека – Адам – является производным от слова *adama*, означающего землю, почву. Поскольку имя жены Адама, Евы, происходит от слова *hava*, означающего на иврите «дающая жизнь», союз земли и жизни лингвистически отражает основу библейской истории сотворения мира. Господь создал землю – Адама, а жизнь – Ева – зародилась из земли – ребра Адама. Коран также намекает на связь человечества с землей. «Разве не ходили по земле и не видели, каков был конец тех, кто был до них? Они... взрыли землю, и заселили ее больше, чем заселили они... они сами себя тиранили!» (Сура 30:9). Даже основы западного языка отражают зависимость человечества от почвы. Латинское слово, обозначающее человека – *homo*, происходит от слова *humus*, означающего на латыни «живой слой почвы».

В образе пышного Эдемского сада вряд ли можно разглядеть изображение современного нам Ближнего Востока. Тем не менее, жизнь обитателей этого региона во времена Ледникового периода была не столь сурова, как у тех, кто населял окраины гигантских северных ледников. После того как минул пик последнего оледенения и льды отступили, дичь водилась в изобилии, а дикую пшеницу и ячмень можно было собирать в качестве дополнения к добытому на охоте. Может быть, смутные воспоминания о том, прежнем климате, об оставшейся в

далеком прошлом окружающей среде. и зафиксированы в предании о саде, из которого человечество было изгнано еще до зарождения цивилизации?

Независимо от нашей точки зрения на эти вопросы, климатические изменения за последние два миллиона лет неоднократно преобразовывали экосистемы на планете. Ледниковый период был не единственным таким событием. Более двадцати мощных оледенений последовательно погребали Северную Америку и Европу под толщами льда, установив границы того, что геологи называют Четвертичным периодом – четвертой эры в геохронологии.

На пике самого последнего оледенения, случившегося примерно 20 тыс. лет назад, ледники покрывали почти треть всей земной суши. За пределами тропиков даже свободные ото льда территории переживали экстремальные изменения окружающей среды. Племена людей либо адаптировались, либо выми­рали, либо переселялись по мере того, как во всем мире отступали границы их охотничьих и пастбищных угодий.

Каждый раз, когда Европа замерзала, Северная Африка пересыхала, превращаясь в безжизненное море песка. Естественно, люди переселялись. Некоторые мигрировали на юг, обратно вглубь Африканского континента. Другие отправлялись на восток в Азию или в Южную Европу, поскольку периодические климатические возмущения давали толчок масштабным человеческим миграциям, в конечном итоге обогнувшим весь земной шар.

Судя по ископаемым останкам, примерно два миллиона лет назад, сразу после начала Ледникового периода, *Homo erectus* вышел из Африки и отправился на восток через Азию, придерживаясь тропических и умеренных широт. Археологические находки и образцы ДНК свидетельствуют о том, что разделение между неандертальцами и генетическими предками современного человека началось, по меньшей мере, 300 тыс. лет назад, примерно в то время, когда неандертальцы достигли Европы и Западной Азии. Успешно адаптировавшись к условиям Ледникового периода в Северо-Западной Европе, неан-

дертальцы исчезли, так как новая волна современных с точки зрения генетики людей хлынула из Африки через Ближний Восток около 45 тыс. лет назад и через Европу, по меньшей мере, 35 тыс. лет назад. Люди продолжали распространяться по миру, в то время как исполинские массивы льда северного полушария в очередной раз перепахивали планету в южном направлении, преобразовывая окружающую среду в Европе, Северной Африке и на Ближнем Востоке.

Во время самого последнего оледенения большие стада северных оленей, мамонтов, шерстистых носорогов и гигантских лосей бороздили скованные холодом равнины Европы. Ледник покрывал Скандинавию, Балтийское побережье, север Британии и большую часть Ирландии. Безлесная тундра простиралась от Франции через Германию и Польшу, захватывая всю Россию. Европейские леса уменьшились до размеров тонкой полоски в Средиземноморье. Первые европейцы пережили эти холодные времена, двигаясь за стадами крупных животных и прореживая их поголовье. Некоторые из этих видов, такие как шерстистые носороги и гигантские лоси, не смогли пережить перехода к климату послеледниковой эпохи.

Экстремальные изменения в окружающей среде также вызвали разобщение человеческих популяций и способствовали формированию у людей определенных внешних особенностей, известных сегодня как расовые признаки. Кожа защищает наши тела и жизненно важные органы от ультрафиолетового излучения. При этом кожа должна пропускать через себя солнечный свет в объеме, достаточном для выработки витамина D, который необходим для здоровья костей. По мере расселения наших предков по планете, эти два противодействующих друг другу фактора предопределяли в разных регионах изменение цвета кожи человека. Доминирующая потребность в защите от ультрафиолета в тропиках способствовала окрашиванию кожи в темный цвет, а потребность в витамине D в северных широтах – в более светлые тона.

Технические новшества играли ключевую роль в расселении людей и их адаптации к новым условиям окружающей

среды. Примерно 30 тыс. лет назад, перед самым началом последнего оледенения, изготовление тонких и острых каменных орудий возвестило о начале настоящей технической революции. Затем, около 23 тыс. лет назад, незадолго до апогея последнего оледенения, кардинально изменились способы охоты, как только лук и стрелы начали вытеснять копья. Появление иглы с ушком позволило начать изготовление капюшонов, перчаток и рукавиц из меховых шкур животных. Оснащенные наконец всем необходимым, чтобы пережить долгую зиму следующей ледниковой эпохи, центральноазиатские охотники занялись преследованием крупной дичи по поросшим травами степям, двигаясь на запад в Европу и на восток в направлении Сибири и Северной Америки.

Флора на свободных ото льда землях также претерпевала значительные изменения по мере того, как планета охлаждалась и нагревалась во время ледниковых и межледниковых периодов. Задолго до последнего наступления льдов люди по всему миру выжигали участки лесов, чтобы обеспечить кормом дичь или улучшить условия для роста съедобных растений. Формируя окружающий мир в соответствии со своими нуждами, наши предки – охотники и собиратели – не были пассивными обитателями ландшафтов. Однако, несмотря на свою активность, они не оказывали заметного влияния на природные экосистемы по причине своей малочисленности и кочевого образа жизни.

За последние два миллиона лет много раз случались переходы от оледенения к межледниковым условиям. Во время всех оледенений, за исключением последнего, люди не оставались на обжитом месте, чтобы акклиматизироваться в новой экосистеме, а перемещались параллельно вектору изменений условий окружающей среды. Просуществовав в таком мобильном режиме более миллиона лет, они стали переходить к оседлому образу жизни и превращаться в земледельцев. В чем же уникальность эпохи последнего таяния ледников, заставившей людей полностью сменить модель поведения?

Предлагались различные доводы для объяснения столь радикальной перемены. Некоторые утверждают, что в менее

комфортных условиях, пришедших на смену прохладному и влажному климату эпохи оледенения, древнее население Ближнего Востока вступило в напряженные отношения с окружающей средой. В ситуации, когда с потеплением климата поголовье диких животных стало сокращаться, охотники начали выращивать растения, чтобы выжить. Другие доказывают, что развитие сельского хозяйства было неизбежно предопределено ходом культурной эволюции, без всякого давления со стороны окружающей среды. Каковы бы ни были причины, земледелие автономно развивалось в Месопотамии, Северном Китае и Мезоамерике.

На протяжении большей части прошлого века велись споры о зарождении сельского хозяйства, и основная борьба шла между двумя гипотезами – оазисной и культурно-эволюционной. Согласно теории оазисов, послеледниковая засуха на Ближнем Востоке ограничила местообитания съедобных растений, человека и животных территориями хорошо обводненных пойменных долин. Это вынужденное соседство породило сближение и в итоге привело к окультуриванию. В опровержение этой версии, гипотеза культурной эволюции утверждает, что изменения окружающей среды в масштабе региона никак не повлияли на постепенный переход к земледелию, обусловленный поступательным процессом социального развития. К сожалению, ни одна из этих гипотез не дает удовлетворительных ответов на вопросы, почему, когда и где зародилось сельское хозяйство.

Главный недочет теории оазисов в том, что дикие предки наших нынешних зерновых культур прибыли на Ближний Восток из северной Африки в конце последнего оледенения. Это означает, что разнообразие пищевых ресурсов, доступных жителям Ближнего Востока, в период становления земледелия расширилось – что противоречит основам оазисной теории. То есть нельзя все сводить к прямолинейному утверждению, что, спасаясь от засух на землях региона, люди, растения и животные сгрудились в пределах все плотнее сжимающихся границ оазисов. А с учетом того, что лишь определенная часть

населения Ближнего Востока перешла к земледелию, гипотеза культурной адаптации также терпит фиаско. Сельское хозяйство нельзя рассматривать просто как закономерный этап процесса развития общества от охоты и собирательства к более прогрессивным формам.

Переход к земледельческому обществу представляет собой удивительную и труднообъяснимую поведенческую адаптацию. Когда последнее оледенение миновало свою высшую точку, на территориях Сирии и Израиля люди пасли стада газелей. Обеспечение пропитания за счет этих стад требовало от населения меньше усилий, чем посев, прополка и уход за возделываемыми культурами. Схожая ситуация сложилась в Центральной Америке, где можно было потратить всего несколько часов на сбор дикой кукурузы, чтобы запастись едой на неделю. Если земледелие было более трудоемким и затратным по времени занятием, чем охота и собирательство, почему именно на нем остановило выбор человечество?

Заманчиво искать причину зарождения и распространения сельского хозяйства в увеличении плотности населения. Когда популяция охотников или собирателей разрасталась до таких размеров, что освоенная ими территория уже не могла их прокормить, часть группы отделялась и уходила на новые места. Когда же продуктивных территорий для колонизации больше не оставалось, растущее население развивало более интенсивные (и трудоемкие) способы извлечения средств к существованию из окружающей среды. Такие стрессовые условия благоприятствовали тем группам, которые были способны сами производить продовольствие путем более интенсивной эксплуатации земли. С этих позиций развитие сельского хозяйства можно интерпретировать как естественную поведенческую реакцию на рост населения.

Современные исследования свидетельствуют, что дикие разновидности пшеницы и ячменя можно легко возделывать простыми методами. Такая простота выращивания позволяет предполагать, что процесс развития земледелия мог быть одновременным и повсеместным, однако генетический анализ

показывает, что современные сорта пшеницы, гороха и чечевицы ведут свое происхождение от совсем немногочисленной группы диких видов. Окультуривание растений, составляющих основу современного рациона питания, происходило лишь в отдельных местах и в определенные моменты времени, где и когда люди стали более интенсивно использовать те ресурсы, которые раньше были второстепенными.

Самые первые из известных полужемледельческих племен обитали на склонах Загросских гор между Ираком и Ираном примерно в XI–IX тысячелетии до н. э. (13–11 тыс. лет назад). Добывая себе пропитание охотой на газелей, овец и коз, а также сбором семян диких зерновых и бобовых растений, они жили небольшими селениями, при этом активно используя сезонные охотничьи становища и пещеры. К 7500 г. до н. э. охоту и собирательство в качестве основного источника пищи сменили выпас скота и разведение растений; тогда же появились оседлые поселения, насчитывавшие до двадцати пяти дворов, где содержали овец и коз, выращивали пшеницу, ячмень и горох. К тому времени, охота обеспечивала всего лишь 5% их рациона. Какова же была причина столь значительных перемен, почему они произошли именно там и именно тогда?

Самые ранние сведения о систематическом возделывании зерновых культур отсылают нас к поселению Абу-Хурейра в верховьях Евфрата на территории современной Сирии. Судя по данным археологических изысканий, зарождение культурного земледелия стало реакцией на резкое возвращение засушливого климата времен оледенения после нескольких тысячелетий благоприятных климатических условий. Абу-Хурейра являет нам уникальное свидетельство перехода от жизненного уклада охотников и собирателей, характерного для эпохи последнего оледенения, к практике земледелия, основанной на выращивании зерновых. Более того, данные с места раскопок помогают понять, почему люди взвалили на себя такое нелегкое бремя, как земледелие. Они были вынуждены так поступить.

С концом периода оледенения климат Леванта начал постепенно теплеть, и количество осадков увеличивалось. Начиная

примерно с XIII и до XI тысячелетия до н. э. дубовые редколесья постепенно замещали луга ледниковой степи. Керн, извлеченный из скважины на дне озера Хула в северо-восточном Израиле, свидетельствует, что доля древесной пыльцы в общем объеме пыльцы того периода увеличилась с 20% до 75%. Изобилие дичи и диких злаков (особенно ржи и пшеницы) внесло свой вклад в формирование поистине райского ландшафта, в котором людей было мало, а ресурсов много. Оседлые сообщества охотников и собирателей стали прочно обосновываться в тех местах, где ресурсы были особенно богатыми.

Затем на целую тысячу лет – начиная примерно с X и до IX тысячелетия до н. э. – в мир вернулся практически прежний ледниковый климат. Этот период известен как поздний дриас. Доля древесной пыльцы снизилась до менее 25% в общем объеме пыльцевой массы, что говорит о резком уменьшении количества осадков и о возврате к степным условиям времен оледенения. Леса отступили на север, покинув места, облюбованные первым в мире оседлым сообществом.

Поселение Абу-Хурейра располагалось на низком выступе над долиной Евфрата в 180 милях к северо-востоку от Дамаска. Найденные при раскопках остатки растений служат историческим свидетельством перехода от сбора широкого разнообразия дикорастущей флоры к возделыванию ограниченного количества культур в конце позднего дриаса. Наиболее ранний ископаемый растительный материал, ассоциированный с данным поселением, представляет собой более сотни разновидностей семян и плодов, собранных на болотах и в лесах долины Евфрата. Изобилие костей животных указывает на значительную степень зависимости от охоты, особенно на газелей. Стоит добавить, что люди жили там круглый год. Жители Абу-Хурейры не были ни кочевыми охотниками, ни собирателями. Они постоянно обитали в пределах определенной территории, окружавшей селение. В Абу-Хурейре проживало около двухсот жителей, когда с наступлением позднего дриаса пришло тысячелетие холодного и сухого климата, столь существенно изменившего фауну и флору. Из рациона пропали плоды и семе-

на растений, не устойчивых к засухе. Дикая чечевица и другие бобовые растения, которые собирали в ближайшей лесистой местности, тоже исчезли. По мере того как Эдем иссушался, пища становилась более скудной.

Почему же они просто не ушли с насиженного места? Вероятно потому, что Абу-Хурейра и так находилась на одной из лучших территорий региона. Соседние земли, претерпевавшие такие же изменения, были еще менее перспективными в плане жизнеобеспечения. К тому же почти не уступающая по качеству земля уже была заселена другими племенами, а в ситуации, когда запасы продовольствия стремительно тают, люди не склонны встречать новоявленных соседей с распростертыми объятиями. Населению Абу-Хурейры было просто некуда податься.

Не имея другого выбора, они принялись возделывать дикорастущие разновидности ржи и пшеницы, которые выжили в процессе перехода к более холодному и засушливому климату. Из всех выживших растений только зерновые можно было выращивать для производства запасов продовольствия, хранившихся и использовавшихся в течение всего года. Несмотря на усиливающуюся засуху, семена устойчивых к ней сорняков, типичных для обрабатываемых полей, в период позднего дриаса очень сильно размножились. Сначала дикие зерновые выращивали на склонах методом богарного земледелия. Не прошло и нескольких веков, как введенные в культуру виды ржи появились на полях одновременно с бобовыми культурами, такими как чечевица.

При переходе к земледелию производство продовольствия в расчете на одну пищевую калорию стало отнимать больше времени и сил. Этот переход был совсем не из разряда тех, что даются без труда. Занятие охотой и собирательством при оседлом образе жизни сделало первых обитателей Абу-Хурейры восприимчивыми к дефициту пищи, усугубившемуся из-за климатических изменений. Как только эксплуатация источников продовольствия достигла предела, население начало страдать от вызванных засухой сезонных перебоев в режиме питания.

Возникнув на волне отчаяния, земледелие продолжало расширять свою ресурсную базу, включая в нее все новые культуры – такие как ячмень и горох – по мере того, как с окончанием позднего дриаса улучшались климатические условия. Более теплый климат позволил людям быстро заселять окрестности во-круг Абу-Хурейры. Растущие урожаи способствовали тому, что за пару тысячелетий численность жителей поселения выросла до 4–6 тыс. человек.

Климатический сдвиг времен позднего дриаса стал не единственным фактором, повлиявшим на возникновение земледелия. Рост населения в течение нескольких предшествующих тысячелетий приводил к появлению все новых сообществ оседлых охотников и собирателей и вносил свою лепту в копилку последствий климатического сдвига для человеческих популяций. Как бы то ни было, но измученные голодом жители Абу-Хурейры и представить себе не могли, что их попытка приспособиться к наступающей на мир засухе преобразует всю планету.

Подобные попытки могли предприниматься повсеместно в пределах региона. Окончание позднего дриаса совпало с переменами в культурном и организационном укладе поселений на значительной части Ближнего Востока. Неолитические поселения, возникшие по завершении позднего дриаса, располагались на территориях, идеально подходивших для земледелия благодаря богатству почв и обилию водных ресурсов. Обуглившиеся остатки окультуренной пшеницы, возраст которых оценивается в 10 тыс. лет, находят в раскопках близ Дамаска, на северо-западе Иордании и в среднем течении Евфрата. Введенные в культуру растения распространялись дальше на юг к Иерихону, что в долине реки Иордан, и на северо-запад в Южную Турцию.

Традиционно считается, что на Ближнем Востоке сельское хозяйство зародилось намного раньше, чем в Азии и на Американском континенте, однако современные исследования позволяют предположить, что жители Южной Америки, Мексики и Китая окультуривали растения задолго до того, как в этих ре-

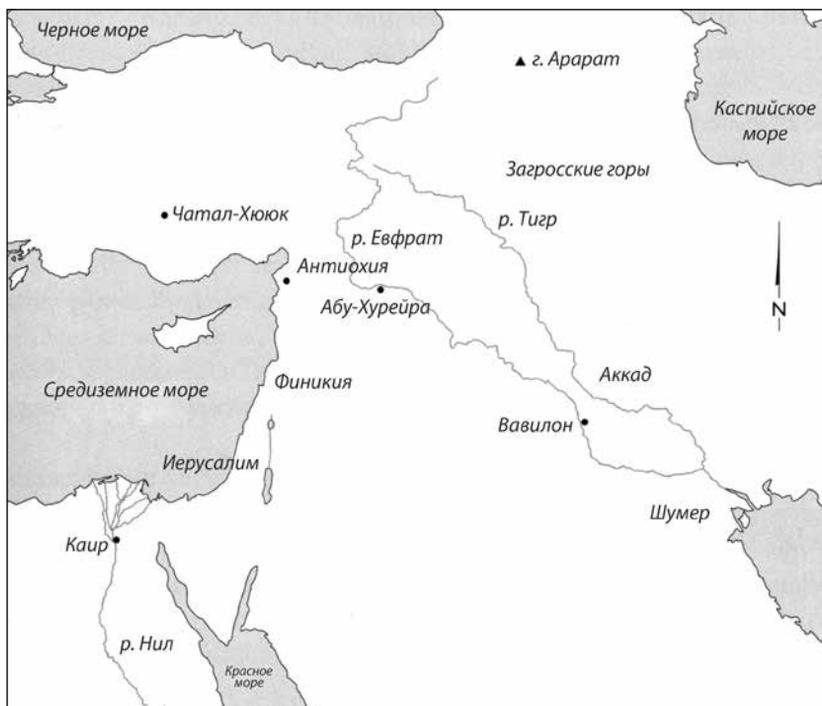


Рисунок 3. Карта Ближнего Востока.

гионах появились первые следы оседлых поселений. Отложения в пещере Дяотунхуан на реке Янцзы в Китае рассказывают нам историю, аналогичную истории Абу-Хурейры. Примерно во времена позднего дриаса в тех местах впервые был введен в культуру дикий рис, когда резкая смена климата сократила продовольственную базу местного полuosедлого населения и, вероятно, вынудила его приступить к сельскохозяйственным экспериментам.

С улучшением климатических условий преимущество получили сообщества, освоившие способы выращивания зерновых культур. Зависимость от введенных в культуру растений возрастала и распространялась по всему региону. Представители Натуфийской культуры, процветавшей на средиземноморском побережье современных территорий Израиля, Ливана и Сирии начиная с IX и до середины VIII тысячелетия до н. э., собирали урожай диких зерновых, пасли стада коз и газелей. К

моменту возникновения Натуфийской культуры растения еще не стали культурными, животные не были полностью одомашнены, однако к концу этой эпохи охота приносила лишь малую долю всех продовольственных запасов.

Численность населения региона стала заметно увеличиваться после того, как с введением в культуру пшеницы и бобовых культур увеличилось производство продовольствия. Примерно к середине VII тысячелетия до н. э. небольшие поселения земледельцев были разбросаны уже по всей территории региона. Местные племена все чаще переходили к оседлому образу жизни, по мере того как интенсивная эксплуатация небольших участков земли привлекала их больше, чем ежегодная циклическая миграция по обширным территориям от одного охотничьего становища к другому. Примерно к середине VII тысячелетия до н. э. крупные города с населением в несколько тысяч жителей уже стали обычным явлением. С сезонной практикой ежегодных перемещений в поисках добычи и пропитания на Ближнем Востоке было покончено.

Сообщества, способные отвоевать у окружающей среды больше пищи, успешнее переживали неблагоприятные для жизни периоды – например, засуху или сильнейшие холода. Когда наступали бедственные времена, а это неизбежно случалось, шансов выкарабкаться было больше у тех групп, которые обладали опытом ухода за своими посевами. Они лучше справлялись с трудностями, а в благоприятных условиях процветали. Успехи в земледелии приносили им дополнительные очки. С развитием более интенсивных и эффективных способов добычи пропитания численность таких сообществ преодолела уровень, который можно было обеспечить только охотой и собирательством. Со временем эти сообщества стали зависеть от повышения продуктивности природных экосистем настолько, что без этого уже нельзя было поддерживать на прежнем уровне численность населения, не говоря уже о дальнейшем ее увеличении. Древние земледельцы оказались привязанными к своему местообитанию, поскольку мобильный образ жизни не позволял ухаживать за культурами и собирать урожай. Стоило

человечеству ступить на стезю сельскохозяйственного развития, как обратного пути уже не было.

Обосновавшиеся в регионе землепашцы, постоянно искавшие ответ на вопрос, как накормить больше едоков с меньшего клочка земли, при территориальных спорах имели превосходство в живой силе над теми, кто приходил разжиться их запасами. С ростом численности земледельцев они стали непобедимы на своей территории. Поле за полем, их хозяйства расширялись, охватывая столько земли, сколько можно было обработать с помощью имеющихся на тот момент агротехнических приемов.

Большинство сельскохозяйственных животных было одомашнено человеком в период между X и VI тысячелетиями до н. э. Мое любимое исключение – собака – попала в спутники к человеку более чем на 20 тыс. лет раньше. Я легко представляю себе ситуацию, в которой молодой волк или осиротевшие щенки подчинились человеческим правилам и примкнули к группе охотников. Наблюдая в Сиэтле за собаками, бегающими в местах выгула без поводка, я представляю себе, как охотники могли использовать их в качестве партнеров по охоте, особенно тех, которые имели врожденную привычку гнать дичь в направлении стаи. В любом случае, собак приручали не для того, чтобы ими питаться. Нет свидетельств того, что древние люди использовали в пищу своих первых четвероногих союзников. Наоборот, собаки помогли сделать охоту более эффективной и, вероятно, выполняли функции часовых в древних охотничьих становищах. (Кошки пришли к человеку сравнительно поздно, перебравшись в земледельческие поселения около четырех тысяч лет назад вскоре после того, как городские территории впервые пересеклись с их ареалами. Когда люди заселили места их обитания, перед кошками встал немудреный выбор: либо голодать, либо переселяться в другие места, либо искать пропитание в городах. Нет сомнения что, земледельцы ценили кошек не за их навыки общения с человеком, а за способность ловить мелких грызунов, истреблявших запасы зерна.)

Овец приручили непосредственно ради их мяса и иных экономически ценных свойств примерно в VIII тысячелетии до н. э., за несколько столетий до введения в культуру пшеницы и ячменя. Одомашнивание коз произошло примерно в это же время в Загросских горах в Западном Иране. Возможно, первые семена упомянутых выше культур изначально собирали для того, чтобы выращивать их на корм.

Крупный рогатый скот, впервые одомашненный в Греции или на Балканах примерно в VI тысячелетии до н. э., быстро распространился по Ближнему Востоку и всей Европе. Революционное слияние земледелия и животноводства началось, когда крупный рогатый скот попал в сферу влияния расцветающих цивилизаций Месопотамии. С развитием земледелия скот не только работал на полях, но и удобрял пашню. Использование тягловой силы животных повысило производительность сельского хозяйства и позволило человеческим популяциям существенно увеличиться в размерах. Участие крупного рогатого скота в полевых работах освободило от этой повинности часть занятого в сельском хозяйстве населения.

Совместное развитие растениеводства и животноводства служило укреплению как того, так и другого, поскольку позволяло производить больше продовольствия. Овцы и другие травоядные перерабатывали несъедобные для человека части растений в молоко и мясо. Одомашненный крупный рогатый скот не только отдавал свои силы для повышения урожая; его навоз помогал восполнить почвенный запас питательных веществ, поглощенных посевными культурами. Излишки урожая шли на корм растущему поголовью скота, который производил больше навоза, что, в свою очередь, вело к увеличению урожаев, способных накормить больше людей. Используя тягловую силу волков, один земледелец мог вырастить намного больше продовольствия, чем требовалось его семье. Изобретение плуга революционизировало человеческую цивилизацию и видоизменило поверхность Земли.

Когда европейские ледники растаяли, на Земле жило около четырех миллионов людей. За последующие пять тысяч лет

население планеты увеличилось еще на миллион. С развитием сельскохозяйственных сообществ, численность человечества начала удваиваться каждую тысячу лет и ко времени первого пришествия Христа, вероятно, достигло ни много ни мало двухсот миллионов. Два тысячелетия спустя миллионы квадратных миль пахотных земель обеспечивают пропитанием почти шесть с половиной миллиардов людей, что составляет от 5 до 10% численности всех когда-либо живших людей или, иными словами, более чем в тысячу раз больше народа, чем на исходе эпохи последнего оледенения.

Новый жизненный уклад, требующий выращивать пшеницу и ячмень, разводить одомашненных овец, распространился в Центральную Азию и вниз по долине Нила. Приняла эту систему и Европа. Археологические находки свидетельствуют, что в период с 6300 по 4800 г. до н. э. сельское хозяйство неуклонно двигалось на запад – через Турцию в Грецию и дальше на Балканы – со средней скоростью полмили в год. За исключением крупного рогатого скота, растения и животные, ставшие основой европейского сельского хозяйства, пришли с Ближнего Востока.

Первые земледельцы полагались на естественный полив своих расположенных на возвышенностях пашен, поэтому зависели от выпадения осадков. Их деятельность была настолько успешной, что примерно к пятому тысячелетию до н. э. люди заселили практически всю территорию Ближнего Востока, пригодную для богарного земледелия. Необходимость увеличивать объемы продовольствия становилась все более острой, так как численность населения по темпам роста не уступала сельскохозяйственному производству. Это, в свою очередь, требовало повышения производительности имеющихся земельных наделов. Прошло совсем немного времени с тех пор, как первые племена освоили аграрную модель жизнеобеспечения, а урожайность пошла на спад из-за эрозии верхнего слоя почвы и снижения ее плодородия – причиной стали интенсивная культивация и выпас коз. Все это в итоге привело к тому, что примерно в VI тысячелетии до н. э. целые поселения в центральной Иордании оказались заброшены.



Рисунок 4. Изображение типичного для Междуречья примитивного плуга на цилиндрической печати (рисунок с фотографии оттиска цилиндрической печати в книге Доминика Коллона «Первые оттиски: цилиндрические печати древнего Ближнего Востока» [Чикаго: Издательство Чикагского университета, 1987], с. 146, рис. 616).

Когда эрозия почвы на верхних полях и рост численности населения в Загросских горах вытеснили земледельческие сообщества в низины, где уровень осадков был недостаточен для выращивания культур, суровая необходимость приспособлять новые маргинальные земли под пашню привела к главному революционному прорыву в агротехнике – ирригации. Переселившись в северную часть поймы между Тигром и Евфратом, земледельцы освоили технику полива, что привело к более обильным урожаям. Они рыли и эксплуатировали ирригационные каналы, а их поселения стали распространяться в южном направлении вдоль поймы, зажатой с двух сторон Аравийской пустыней и полупустынным нагорьем с их малопригодными для обработки землями. По мере роста численности населения ландшафт все больше заполнялся небольшими поселками, жители которых распахивали и засевали все новые и новые пойменные территории.

Эта узкая полоса исключительно плодородной земли давала небывалые урожаи. Однако это изобилие зависело от строительства, обслуживания и эксплуатации системы орошающих поля каналов. Поддержание системы в рабочем состоянии требовало как технических знаний, так и организации серьезно-

го контроля, что породило неразлучных близнецов – бюрократию и правительство. Примерно к V тысячелетию до н. э. народы с относительно схожей культурой, в рамках которой религиозная элита осуществляла надзор за производством и распределением продовольствия, населяли почти все земли Междуречья, по-древнегречески – Месопотамии.

К середине V тысячелетия до н. э. вся хорошая, плодородная земля в Месопотамии уже обрабатывалась. Распиряться было больше некуда, поскольку сельскохозяйственные угодья достигли побережья. Отсутствие новых земель только подстегнуло стремление жителей увеличить производство продовольствия, чтобы не отставать от темпов роста населения. Примерно в то же время, когда всю пойму уже использовали под пашню, на шумерских равнинах у берегов Персидского залива появился плут, благодаря которому стало возможным увеличить урожай продовольственных культур на обрабатываемых землях.

Мелкие поселки начали сливаться в крупные города. Городец Урук (Эрех) поглотил окружавшие его поселения, и к III тысячелетию до н. э. его население выросло примерно до 50 тыс. человек. Строительство огромных храмов свидетельствовало о способности религиозных лидеров распоряжаться трудовыми ресурсами. В то время, когда процесс урбанизации впервые переживал подъем, доминирующую роль на шумерском юге Междуречья играли восемь крупных городов. Население, заполнившее орошаемую пойму, представляло на тот момент немалую часть всего человечества. Если племена охотников и собирателей, как правило, считали природные ресурсы общедоступными, новая эра земледелия допускала неравенство во владении землей и продовольствием. Впервые появился неземледельческий класс.

Как только исчезла необходимость всем без исключения трудиться на полях ради пропитания, начали развиваться классовые различия. Формирование жреческого и правящего классов, которые надзирали за распределением продовольствия и ресурсов, привело к появлению административных органов, призванных забирать продовольственную продук-

цию у земледельцев и перераспределять ее между другими сегментами общества. Усилившаяся в результате социального расслоения специализация привела в итоге к зарождению государств и правительственных институтов. Излишки продовольствия позволяли обществу кормить жрецов, воинов, чиновников, а со временем и художников, музыкантов, ученых. По сей день доступный для неземледельческой прослойки общества объем продовольственных излишков определяет тот уровень, которого смогут достигнуть в своем развитии другие сегменты социума.

Древнейшая из известных науке письменность – выдавленные клиновидные знаки на обожженных глиняных табличках – зародилась в Уруке. Тысячи таких табличек, датируемые третьим тысячелетием до н. э., относятся к теме сельского хозяйства и распределения продовольствия; многие – к вопросам его нормирования. Письменность помогала социально расслоившемуся обществу управлять производством и распределением продуктов питания в условиях, когда с самого начала эпохи земледелия население увеличивалось такими же темпами, что и производство продовольствия.

С ростом населения между городами росло и соперничество. Организация военизированных отрядов горожан стала следствием концентрации богатства, вызвавшего милитаризацию месопотамского общества. Вокруг городов выросли массивные стены с оборонительными башнями. Урук был окружен стеной протяженностью 6 миль и толщиной 15 футов. Войны между шумерскими городами–государствами выдвинули на передний план светских правителей–военачальников, провозгласивших себя носителями верховной власти. Когда новые правители начали присваивать принадлежавшие храмам земли, а крупные земельные угодья сосредоточились в руках влиятельных семейств и правящих династий, появилось понятие частной собственности.

Миллионы акров земли между Тигром и Евфратом последовательно кормили целую череду цивилизаций, а плодородная долина постепенно превращала орды завоевателей в

пахарей. Империи то и дело переходили из рук в руки, но в отличие от почв на склонах гор, где зародилось земледелие, богатые пойменные почвы не подвергались вымыванию в процессе расчистки и культивации. Объединение шумерских городов в Вавилонскую империю около 1800 г. до н.э. явилось вершиной организационного развития Месопотамии и ее мощи. Это слияние укрепило иерархическую цивилизационную модель, в рамках которой общество официально и легитимно делилось на классы знати, духовенства, земледельцев и рабов.

Однако орошение, питавшее поля Междуречья, было сопряжено со скрытыми рисками. Обычно грунтовые воды в полупустынных районах содержат много растворенных солей. Там, где водоносный горизонт расположен близко к поверхности, как, например, в долинах и дельтах рек, капиллярный эффект поднимает воду в почвенный слой, откуда она испаряется, в то время как соль остается в земле. При высокой интенсивности испарения, постоянная ирригация может вызвать такую концентрацию солей, которая способна отравить посевы. Конечно, орошение существенно увеличивает производительность сельского хозяйства, однако превращение засушенных солнцем речных пойм в колосающиеся нивы может привести к тому, что долгосрочная продуктивность пашни будет принесена в жертву сиюминутным интересам тех, кто стремится собрать максимально обильный урожай.

Чтобы предотвратить накопление солей в почвах засушливых районов, нужно либо использовать умеренный режим орошения, либо периодически оставлять поля под паром. В Месопотамии многовековая высокая продуктивность орошаемых земель привела к росту плотности населения, что, в свою очередь, требовало более интенсивной ирригации. Со временем кристаллизация соли в почве достигла такого уровня, что дальнейший рост сельскохозяйственного производства уже не позволял обеспечить пищей растущее население.

Главная проблема шумерского земледелия заключалась в том, что максимальный объем речных стоков не совпадал с вегетационным периодом возделываемых культур. Пик пол-

новодности Тигра и Евфрата приходится на весну, когда реки наполняются тальми водами, стекающих с покрытых снегом вершин северных гор. Минимальный сток наблюдается в конце лета и начале осени, когда созревающие культуры больше всего нуждаются в поливе. Чтобы обеспечить водой систему интенсивного земледелия, ее запасы нужно было хранить все лето при высоких температурах. В итоге значительная часть подаваемой на поля воды просто испарялась, усугубляя концентрацию солей в почве.

Засоление было не единственным фактором риска, с которым сталкивались первые земледельческие общины. Обширная эрозия почв на верхних пахотных угодьях в горах Армении провоцировала обильный сток грязи в воды Тигра и Евфрата, в связи с чем особую остроту приобретала проблема защиты оросительных каналов от заиления. Для вычерпывания грязевых наносов из русла важнейших каналов использовался труд завоеванных народов, в том числе и израильтян. Неоднократно разграбленный и заново отстроенный Вавилон окончательно пришел в запустение только тогда, когда стало слишком трудно орошать его поля. Прошла не одна тысяча лет, а отвалы ила высотой более 30 футов до сих пор обрамляют русла древних ирригационных каналов. Начиная с эпохи шумеров отложения ила, выносимого реками в Персидский залив, обеспечивали прирост новой земли со средней скоростью более ста футов в год. Развалины Ура Халдейского, родины Авраама и некогда процветавшего морского порта, сейчас находятся на расстоянии 150 миль от побережья.

По мере того как благосостояние шумеров росло, из-за растущего спроса на продовольствие периоды, когда поля лежали под паром, становились все короче. По данным одного из источников, когда численность населения Месопотамии достигла пика и составила примерно 20 млн. человек, орошаемыми были почти две трети из 35 тыс. кв. миль пахотных земель региона. Сочетание таких факторов, как высокое содержание растворенной соли в предназначенной для орошения воде, высокие температуры во время оросительного сезона и посто-

янная интенсификация сельского хозяйства, приводило к еще большему засолению почв.

В храмовых документах шумерских городов–государств косвенным образом зафиксирован факт постепенной деградации сельского хозяйства из-за растущего засоления земель. Пшеница, которая была одной из приоритетных культур для шумеров, весьма чувствительна к концентрации соли в почве. Самые ранние записи о собранных урожаях, относящиеся примерно к III тысячелетию до н. э., сообщают об одинаковых объемах производства пшеницы и ячменя в регионе. Со временем доля пшеницы, как следует из шумерских записей по учету урожая, понизилась, а доля ячменя возросла. Около 2500 г. до н. э. пшеница составляла уже менее одной пятой всего урожая зерновых. Прошло еще пятьсот лет – и пшеница навсегда пропала из Южной Месопотамии.

Производство пшеницы подошло к концу вскоре после того, как все пригодные для обработки земли региона были задействованы под пашню. Прежде шумеры начинали орошать новые земли, чтобы компенсировать снижение урожайности на засоленных полях. Когда же новой земли для обработки не осталось, урожаи возделываемых шумерами культур стали стремительно уменьшаться – ведь нарастание засоленности почв означало, что с каждым годом из-за сокращения все еще обрабатываемых площадей производилось все меньше и меньше продовольствия. Ко второму тысячелетию до н. э. урожайность сократилась вполовину. Глиняные таблички сообщают о том, что в тех местах, где на поверхности земли проступала соль, цвет почвы становился белым.

Упадок шумерской цивилизации зеркально отражает процесс постепенной деградации сельского хозяйства. В связи с падением урожайности непросто стало обеспечивать армию довольствием и содержать бюрократический аппарат, распределявший излишки сельскохозяйственной продукции. С развалом вооруженных сил независимые города–государства постепенно оказывались под властью более молодой Аккадской империи из северной части Месопотамии. Происходило это

одновременно с первым серьезным падением урожайности около 2300 г. до н. э. В течение последующих пятисот лет регион стал добычей целой череды завоевателей. К 1800 г. до н. э. урожаи снизились до уровня, не превышавшего одной трети от первоначальных объемов, и южное Междуречье шаг за шагом превратилась в обнищавшие задворки Вавилонской империи. Засоление, уничтожившее шумерские города–государства, распространилось в северном направлении и в период между 1300 и 900 г. до н. э. привело сельскохозяйственное производство центральной Месопотамии к краху.

Практиковавшиеся в Междуречье агротехнические приемы завоевывали популярность в землях вдоль Средиземноморского побережья Северной Африки и в Египте. Долина Нила представляет собой примечательное исключение из общей закономерности, ограничивающей период процветания цивилизаций сроком жизни нескольких десятков поколений. Первые земледельческие поселения в дельте Нила датируются примерно пятым тысячелетием до н. э. Земледелие и выпас скота постепенно вытесняли охоту и собирательство по мере того, как начала формироваться широкая, затопляемая с сезонной периодичностью, исключительно плодородная дельта. В основе этого процесса лежали илстые наносы, образованные течением Нила в те времена, когда подъем уровня моря в послеледниковый период достаточно замедлился, позволив илу скапливаться в одном месте. Сначала египетские земледельцы просто бросали зерна в грязь, когда ежегодные паводки шли на убыль, и снимали урожай, вдвое превышавший количество посеянных семян. Если вода отступала слишком быстро и урожай погибал, люди умирали тысячами. Тогда земледельцы стали задерживать воду с помощью запруд, чтобы она впитывалась в плодородную землю. По мере роста населения такие новшества, как каналы или водяные колеса, позволяли орошать земли, расположенные выше и дальше от реки, что дало возможность обеспечить пищей большее количество народа.

Пойма Нила оказалась просто идеальной для длительного ведения сельского хозяйства. В отличие от шумерского земле-



Рисунок 5. Древнеегипетский плуг (Уитни, 1925).

делия, пострадавшего от засоления почв, египетское сельское хозяйство кормило целую череду сменяющих друг друга цивилизаций на протяжении семи тысяч лет – и в эпоху древних фараонов, и во времена Римской империи, и после арабских завоеваний. Отличие было в том, что животворные разливы Нила каждый год гарантированно приносили на протянувшиеся вдоль его берегов поля мало соли и много свежего ила.

Географические особенности двух главных притоков Нила создали идеальную питательную смесь для сельскохозяйственных культур. Ежегодно Голубой Нил осаждал одну двадцатую дюйма (примерно миллиметр) ила, унесенного эрозией с Абиссинского нагорья. Течение Белого Нила пригоняло гумус из болотистых джунглей центральной Африки. Свежий ил восстанавливал минеральные питательные вещества, поглощенные предыдущими посевами, а приток гумуса снабжал почву новой органической массой, которая быстро разлагалась под палящим солнцем пустыни. Кроме того, сильные июньские ливни, проливавшиеся на южные нагорья, вызывали паводки, раз за разом накрывавшие нижнее течение Нила в сентябре и сходявшие на убыль в ноябре, то есть как раз в то время, когда приходила пора сеять. Такое сочетание природных явлений из года в год обеспечивало обильные урожаи.

Египетская ирригационная система использовала природный процесс, направлявший воду во все концы долины по па-

водковым руслам. Орошение полей не требовало сооружения сложных каналов – просто в естественном береговом валу делали проломы, чтобы пустить воду в определенное место поймы. После ежегодного разлива уровень грунтовых вод понижался более чем на 10 футов ниже дна долины, исключая тем самым опасность засоления. Египтянам удалось избежать той участи, что постигла земледельцев Месопотамии, и их урожаи пшеницы со временем только росли. Египетское сельское хозяйство обязано своей долговечностью системе, использовавшей преимущества режима естественного подтопления при минимальной корректировке.

Предсказуемые ежегодные разливы приносили свежую грязь, а это значило, что поля можно было использовать для долговременного производства, не опасаясь снижения плодородия почвы. При этом численность населения все равно зависела от капризов погоды. Несколько плохих лет или хотя бы один, но крайне неурожайный год могли привести к катастрофическим последствиям. Продолжительная засуха была способна существенно снизить урожаи. Так, крестьянское восстание во время одной такой засухи, длившейся примерно с 2250 по 1950 г. до н. э., привело к падению Древнего Царства. Тем не менее, достаточно предсказуемый Нил надежно обеспечивал успех этого выдающегося сельскохозяйственно-го предприятия.

В отличие от Месопотамии распределение паводковых вод во время ежегодных разливов регулировалось на местном уровне. Особых поводов для создания централизованного органа управления не возникало. Классовое расслоение и разделение труда пришли в Египет только тогда, когда ежегодные паводки стали использовать для производства товарных культур, что подорвало традиционные устои сельских общин. Деспотическую политическую надстройку, появившуюся в Месопотамии, как выяснилось, нельзя считать неизбежным порождением культуры поливного земледелия.

Со временем, однако, избыток сельскохозяйственной продукции послужил причиной возвышения административной

и политической элиты. Египет образовал единое государство примерно в III тысячелетии до н.э., превратившись в древнюю сверхдержаву, соперничавшую с Месопотамией. Развитие коммерческого земледелия не только способствовало росту численности населения, но и по сути обеспечивало ему занятость. Есть даже такое мнение, что строительство Великих пирамид было задумано как проект общественных работ, призванных бороться с безработицей.

Тысячелетиями египетское сельское хозяйство оставалось необычайно продуктивным, пока люди не освоили новые агротехнические приемы, не совпадавшие с естественным ритмом реки. В начале XIX в. планы по выращиванию хлопка на экспорт в Европу подвергли долину Нила агрессивной круглогодичной ирригации. В точности следуя сценарию, реализованному тысячи лет назад в Месопотамии, с подъемом уровня грунтовых вод под избыточно орошавшимися полями в почве начала накапливаться соль. В 80-х гг. XX в. британский специалист по сельскому хозяйству Маккензи Уоллес описывал орошаемые поля под слоем белой соли, которая «покрывала почву и блестела на солнце как девственный снег»¹. Каким бы душераздирающим ни было это зрелище, все негативные последствия ирригации оказались сущей ерундой по сравнению с ущербом, причиненным перегородившей Нил плотиной.

За последние полвека общество, наконец, обрело инженерные навыки, позволяющие погубить любую землю, даже практически неубываемую. В мае 1964 г. после четырех лет работ египетский президент Гамаль Абдель Насер и советский премьер Никита Хрущев наблюдали, как советские инженеры перекрыли течение Нила, чтобы построить Верхнюю дамбу Асуанского гидроузла. Шириной в две с половиной мили и более чем в семнадцать раз массивнее Великой пирамиды, эта плотина заполняет озеро длиной в 300 и шириной в 35 миль, куда вмещается в два раза больше воды, чем протекает по руслу реки за год.

Британские гидрологи, осуществлявшие контроль за главной рекой Египта вплоть до государственного переворота

1952 г., в результате которого пришел к власти Насер, были против строительства плотины, рассчитав, что огромное новое озеро будет терять слишком большие объемы воды по причине испарения. Их опасения оказались вполне обоснованными. Палящее солнце пустыни ежегодно испаряло с поверхности озера столько воды, что его уровень понижался на шесть футов – иными словами, более четырнадцати кубических километров той воды, которая раньше текла вниз по реке. Но еще более серьезной проблемой стало оседание на дне озера Насер 130 млн. тонн грязи, которую течение Нила приносило из Эфиопии.

После стабилизации уровня моря дельта Нила тысячелетиями процветала, однако сейчас она страдает от эрозии, поскольку все пути для ила перекрыты. Хотя дамба и позволяет фермерам выращивать по два–три урожая в год при искусственном орошении, теперь вода приносит вместо ила соль. Десять лет назад засоление уже вызвало снижение урожайности на десятой части полей в дельте Нила. Укрощение Нила разрушило наиболее стабильную агроэкосистему на Земле.

Когда прославленное плодородие долины Нила начало снижаться, объемы сельскохозяйственной продукции стали поддерживать с помощью химических удобрений, покупку которых крестьяне позволить себе не могли. Современные фермеры, живущие вдоль Нила – одни из самых активных потребителей химических удобрений; их производят поблизости на новых фабриках, которые входят в число крупнейших клиентов насеровской плотины, так как работают на ее электроэнергию. Сегодня впервые за семь тысячелетий Египет – самая долговечная житница в истории человечества – вынужден импортировать большую часть своего продовольствия. И все же невероятно долгая жизнь египетской цивилизации является самым ярким исключением из общего правила, регулировавшего расцвет и закат цивилизаций древнего мира.

История сельского хозяйства Китая – наряду с Месопотамией еще один пример того, как крестьяне, практиковавшие богарное земледелие на возвышенностях, из-за резкого увели-

чения численности населения переселились вниз в поймы рек. В отличие от шумеров, которые обрабатывали любую землю одинаково, без учета типа почвы, во времена правления династии Яо (2357–2261 г. до н. э.) система налогообложения основывалась на оценке почвы, четко различавшей девять ее типов. Более поздняя классификация почв, относящаяся к 500 г. до н. э., свела старые критерии оценки, такие как цвет, фактура, влажность и плодородие, в единую систему.

В наше время подавляющее большинство китайцев живет на аллювиальных равнинах, куда стекающие с Тибетского нагорья полноводные реки откладывают значительную часть приносимого ими ила. На протяжении тысячелетий остро стояла проблема наводнений на реке Хуанхэ, более известной на Западе как Желтая река – она была так названа из-за цвета грязи, попадавшей в нее вследствие почвенной эрозии на лишенных леса территориях в верховьях реки. До строительства в 340 г. до н. э. первых валов и запруд река извилисто протекала по широкой пойме. Во втором веке до н. э. китайцы изменили название реки с Великой на Желтую после того, как объем отложений ила увеличился в десять раз из-за того, что крестьяне принялись распахивать сильно подверженные эрозии илистые (лёссовые) почвы в верхнем течении реки.

Самые первые поселения в бассейне Желтой реки, располагались на возвышенных террасах вдоль ее притоков. Лишь позже, когда эти места уже были густо заселены, начался массовый исход в пойменную низменность. Насыпные защитные валы, протянувшиеся вдоль реки, препятствовали проникновению паводковых вод и переносимых течением наносов на обрабатываемые земли и в поселения. Там, где река выходила на равнину, ослабевающее течение откладывало наносы между валами, а не по всей окружающей территории. Постоянное надстраивание валов для сдерживания наводнений неизбежно приводило к поднятию дна реки над аллювиальной долиной на один фут каждые сто лет.

К 20-м гг. XX в. поверхность реки в полноводный сезон находилась на высоте тридцати футов над поймой. Это говорило

о том, что любое прорвавшее валы наводнение неминуемо становилось опустошительным. Водные потоки, вырвавшиеся из заточения между валами, с ревом устремлялись в пойму реки, погружая крестьянские хозяйства, поселки, а иногда и крупные города в пучину временного озера. В 1852 г. выпедшая из берегов река хлынула через дамбы и понесла свои воды на север, затопив города и села, уничтожив миллионы людей прежде, чем иссякла за сотни миль к северу от русла. Более двух миллионов человек утонули или умерли от голода, случившегося после того, как наводнение прорвало южную дамбу и затопило провинцию Хэнань в 1887–1889 гг. Когда река протекает высоко над поймой, прорыв береговых валов неизбежно приводит к катастрофе.

Эрозия почвы в Северном Китае привлекла к себе внимание международного сообщества, когда полмиллиона человек погибло из-за опустошительной засухи 1920–1921 гг. Около 20 млн. человек были вынуждены использовать в пищу практически все, что росло на земле. В некоторых местах голодающие опустошили ландшафт настолько, что осталась только голая земля. Последовавшая за этим ветровая эрозия, полностью лишившая поля почвенного покрова, вызвала массовую миграцию. Однако этот случай вовсе не был исключительным. Исследование, проведенное в 1920 г. в период борьбы с голодом, документально подтвердило, что голодомор поражал какую-нибудь часть территории Китая каждый год на протяжении предшествующих двух тысячелетий.

В 1922 г. лесничий по профессии и родовский стипендиат Уолтер Лаудермилк поступил на работу в Нанкинский университет, собираясь заняться проблемой предотвращения голода в Китае. Путешествуя по стране, он выяснил, как неправильная эксплуатация почвенных ресурсов повлияла на жизнь китайского общества. Полученные знания помогли ему осознать тот факт, что эрозия почвы способна калечить цивилизации. Годы спустя, изъездив ради изучения эрозии всю Азию, Ближний Восток и Европу, Лаудермилк писал о своей профессии, что ее цель – расшифровать «письмена, оставленные на земле крестьянами, нациями и цивилизациями»².

Приближаясь к тому месту, где в 1852 г. Желтая река прорвала дамбы, Лаудермилк описывал массивную возвышенность с плоской вершиной, которая поднималась на 50 футов над алювиальной равниной, закрывая собой почти весь горизонт. Взобравшись на это плато, венчающее внешний по отношению к реке защитный вал, группа Лаудермилка преодолела семь миль по возвышенности прежде, чем достигла внутренней дамбы, а затем и самой реки. На протяжении тысячелетий миллионы крестьян, вооруженные лишь корзинами, полными грязи, обносили стеной 400 миль русла реки, постепенно поднимая ее уровень над поймой и дельтой. Наблюдая за грязной желтоватой водой, Лаудермилк пришел к выводу, что большие массы смытого с нагорий ила начинали осаждаться, когда уклон речного стока становился меньше, чем один фут на милю. Чем больше ила наслаивалось на дно реки, тем быстрее приходилось крестьянам возводить дамбы. Выиграть в этом соревновании было невозможно.

В поисках источника наполняющей реку грязи Лаудермилк отправился вверх по течению в провинцию Шаньси – колыбель китайской цивилизации. Там, на северо-западе Китая, он обнаружил густо изрезанный оврагами ландшафт, откуда, вследствие интенсивной обработки земли на расчищенных от леса, и потому легко поддающихся эрозии крутых склонах, почву и уносило вниз по течению. Лаудермилк был убежден, что одна только вырубка лесов не вызвала бы такой катастрофической эрозии по той простой причине, что кустарники и деревья весьма быстро вырастали снова. Именно сельскохозяйственная обработка крутых склонов делала почву уязвимой для эрозии в период сильных летних ливней. «Эрозия лишь косвенным образом связана с уничтожением некогда обширных лесов, однако она становится прямым следствием обработки земли на крутых склонах под посевы продовольственных культур».

По наблюдениям Лаудермилка, не топор, а именно плуг определил судьбу этого региона. «Человек не властен над топографией и мало контролирует выпадающие на землю осадки.

Однако, он способен управлять почвенным слоем, и в горной местности сумеет достаточно точно определить, что с нею произойдет»³. Лаудермилк представлял себе, как первые жители провинции вырубали леса в легко поддающихся возделыванию поймах рек. По мере роста численности населения пашня поднималась все выше по склонам. Лаудермилк обнаружил следы заброшенных полей даже на вершинах высокогорий. Наблюдая последствия сельскохозяйственного освоения крутых склонов, он пришел к заключению, что летние дожди способны смыть плодородную почву с расчищенных и распашанных косогоров всего за одно или два десятилетия. Обнаружив многочисленные следы заброшенных хозяйств на горных склонах региона, он убедился, что в прошлом сельскохозяйственная деятельность охватывала всю его территорию. Контраст между малочисленным населением и масштабностью заброшенных ирригационных систем свидетельствовал о том, что лучшие дни региона давно позади.

Впервые Лаудермилк осознал степень воздействия человеческого фактора на земли Северного Китая у стен фактически заброшенного городища в долине реки Фен ближе к ее истокам. Обследуя прилегающие земли, он мысленно воссоздавал картину первоначального заселения этих мест, богатых плодородной почвой. Когда благосостояние жителей выросло, а их село разрослось до размеров города, они начали рубить лес под пашню, после чего приспособили под посевы всю округу начиная с плодородной низины и до верхних крутых склонов. По мере того как расчистка новых участков под посевы продвигалась выше в гору, эрозия уносила со склонов верхний почвенный слой. В довершение всего козы и овцы, которые паслись на заброшенных полях, вытоптали остававшуюся на этих склонах почву. Почвенная эрозия настолько подорвала продуктивность земледелия, что люди были вынуждены либо голодать, либо убраться из города в поисках лучшей доли.

По оценке Лаудермилка, сотни миллионов акров земли в Северном Китае лишились целого фута пахотного слоя. На-

шлись и исключения: буддистские монастыри оберегали леса от вырубки и дальнейшего освоения, поэтому исключительно плодородная лесная почва тех мест имела насыщенный черный цвет и изобиловала перегноем. Лаудермилк описывал, как крестьяне вырубали незащитные остатки леса, расчищая плодородный грунт под посевы, как они мотыжили землю на склонах, чтобы освободить ее от корней и облегчить вспашку. Поначалу обработка земли позволяла запахать вымоины и овражки, однако по прошествии нескольких лет эрозия уже гнала крестьян дальше в лес на поиски участков со свежей почвой. Наблюдая за тем, как травы и кустарники заселяли заброшенные уголья, повышая их защищенность, Лаудермилк возлагал основную вину за понесенные почвопотери на интенсивное распахивание и последующий перевыпас скота. Он пришел к выводу, что жители региона сами несли ответственность за собственное обнищание – просто процесс этот протекал слишком медленно, чтобы они обратили на него внимание.

В течение трех следующих лет Лаудермилк измерял скорость эрозии на защищенных лесных участках, пахотных угольях и заброшенных из-за эрозии полях. Он обнаружил, что водосток и почвенная эрозия на обрабатываемом поле гораздо более интенсивны, чем в природном лесу. Крестьяне в верховьях Желтой реки способствовали увеличению и без того обильного от природы твердого стока, обостряя тем самым проблему паводков для тех, кто жил ниже по течению.

Сегодня колыбель китайской цивилизации превратилась в обнищавшее захолустье, лишенное плодородной почвы, как и Междуречье с его Загросскими горами. Эти две древние цивилизации начинали одинаково: обрабатывали горные склоны, которые впоследствии теряли почвенный покров, а затем достигали своего расцвета, когда сельское хозяйство спускалось вниз по течению в пойму, земли которой при возделывании могли в изобилии обеспечивать население продовольствием.

Сходство между аграрными сообществами состоит еще и в том, что основная часть населения живет от урожая к урожаю – с минимальным запасом прочности на случай неурожая или

вообще без такового. На протяжении всей истории рост нашей численности шел теми же темпами, что и рост сельскохозяйственного производства. Хорошие урожаи имели свойство предопределять темпы прироста населения, которые неизбежно снижались в неурожайные годы. Еще сравнительно недавно в масштабах эпохи сельского хозяйства целые общества оказывались на грани голода из-за этой взаимозависимости.

За последние два миллиона лет наши предки более 99% времени существовали за счет земли, объединившись в компактные мобильные группы. Временами они, вероятно, испытывали дефицит определенных видов продовольствия, однако ряд продуктов питания определенно имелся в достатке практически всегда. Племена, промышлявшие охотой и собирательством, традиционно считали, что еда принадлежит всем, легко делились тем, что у них было, не хранили и не запасали провиант впрок – словом, придерживались уравнительного принципа, свидетельствующего о том, что перебои с едой у них случались редко. Когда требовалось больше пищи, они ее находили. Времени для поиска было предостаточно. Антропологи, в основном, согласны с тем, что большинство сообществ охотников и собирателей располагали сравнительно большим количеством свободного времени. Сегодня мало кто из нас может этим похвастаться.

Приуроченность земледелия к поймам рек устанавливала ежегодный ритм жизни ранних сельскохозяйственных цивилизаций. Неурожай означал смерть для многих и голод для большинства. Хотя основная часть населения в развитых странах уже свободна от столь явной зависимости от благоприятного климата, мы все равно уязвимы перед лицом медленно набирающих силу последствий деградации почв. Именно этот процесс создал предпосылки к тому, что некогда великие общества приходили в упадок, когда прирост населения опережал производственные возможности пойменных низин, а сельское хозяйство распространилось на склоны соседних гор. Тогда-то и начинался процесс истощения почвы, подрывавший основы одной цивилизации за другой.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ



Кладбище империй

Чтобы сохранить ваши реки – сохраняйте ваши горы.
Император Ю (Китай)



В НАЧАЛЕ 40-Х ГОДОВ XIX ВЕКА НЬЮ-ЙОРКСКИЙ ЮРИСТ, искатель приключений и археолог–любитель Джон Ллойд Стефенс обнаружил в густых джунглях Центральной Америки руины более сорока древних городов. Побывав на раскопках городища Копан в Гватемале, посетив развалины города Паленке на севере Мексики и вернувшись на Юкатан, Стефенс пришел к выводу, что джунгли скрывают затерянную цивилизацию. Его открытие повергло американскую публику в шок. Наличие аборигенных цивилизаций Америки, не уступающих ближневосточным, противоречило представлениям американцев о своей цивилизаторской роли в освоении первобытного континента.

Через полтора века после открытия Стефенса я стоял на вершине Великой пирамиды в Тикале, заново переживая его эмоции по поводу того, что окружающие холмы оказались древними рукотворными строениями. Сама топография местности очерчивала контуры затерянного города, оккупированного огромными деревьями, чьи корни оплели груды покрытых иероглифами обломков. Верхушки храмов, островками поднимающиеся над пологом леса, были единственным свидетельством существования древней тропической империи.

История Тикаля повторялась на мировой сцене множество раз, правда, с другими действующими лицами и в других контекстах – на Ближнем Востоке, в Европе, в Азии. Столица целой череды погибших цивилизаций живет сегодня дохода-

ми от туризма. Неужели причиной гибели этих цивилизаций стала эрозия почв? В прямом смысле вряд ли. Тем не менее, именно она неоднократно приводила к тому, что цивилизации становились уязвимыми перед лицом враждебно настроенных соседей, внутренних социально-политических потрясений, суровых зим или засух.

Несмотря на то, что человеческие общества со времен древней Месопотамии разрушали окружающую среду, мечты о возрождении утраченной этики бережного обращения с землей до сих пор пронизывают современную природоохранную риторику. Действительно, представление о том, что древние народы жили в гармонии с окружающей средой, остается глубоко укорененным в мифологии западных цивилизаций, сохраняясь в библейском образе садов Эдема и легендах о золотом веке Древней Греции. На самом деле редкие общества сумели сберечь свою почву – преднамеренно или в силу традиций, определявших отношение людей к земле, когда пашня поглощала ландшафт, а селения объединялись в малые и большие города. С поправкой на различные географические и исторические условия история многих цивилизаций развивалась по единой схеме: сначала медленный и неуклонный рост населения, затем сравнительно резкий упадок общества.

Древняя Греция представляет собой классический пример того, что не стоит безоговорочно доверять рассказам об утраченных утопиях. Гесиод, будучи современником Гомера, стал автором одного из древнейших из дошедших до нас описаний сельского хозяйства Греции, относящегося примерно к VIII веку до Рождества Христова. Даже самые крупные греческие усадьбы производили не намного больше продовольствия, чем требовалось для пропитания самому хозяину, его родне, его рабам и их семьям. Подобно Лаэрту, отцу Одиссея, древнегреческие вожди сами обрабатывали свои поля.

Позже, в IV в. до н. э., появилось более пространное описание греческого сельского хозяйства, принадлежавшее перу Ксенофонта. К тому времени богатые землевладельцы нанимали надсмотрщиков, чтобы те следили за работниками. Ксено-

фонт советовал хозяевам сначала разобраться, что может вырасти на их земле. «Прежде, чем мы начнем обрабатывать почву, мы должны обратить внимание на то, какие культуры лучше всего растут на ней, и даже по производимым ею сорнякам мы можем узнать, каким растениям она будет лучшей поддержкой»¹. Ксенофонт рекомендовал земледельцам обогащать почву путем добавления навоза и запахивания сожженной стерни.

Древним грекам были известны удобряющие свойства навоза и компоста, однако нет данных о том, насколько широко практиковалось их применение. Тем не менее, на протяжении веков после того, как идеалы античности возродились в эпоху европейского Ренессанса, историки превозносили древних греков за их аккуратное обращение с землей. Однако почва современной Греции рассказывает нам совсем иное – историю разрушающего воздействия почвенной эрозии.

При том, что значительная часть нагорий Греции покрыта тонкой каменистой почвой, пригодной для земледелия оставалась примерно пятая часть ее территории. Негативные последствия эрозии почв для общества были известны с античности; чтобы ее замедлить, греки восполняли питательный состав почвы и террасировали горные склоны. Несмотря на это, окружавшие Афины горы лишились всякой растительности к 590 г. до н. э., что заставило искать пути обеспечения горожан пищей. Почвотери были настолько серьезными, что Солон, знаменитый реформатор конституции, предложил ввести запрет на распашку крутых склонов. К началу Пелопоннесской войны (431–404 гг. до н. э.), Египет и Сицилия выращивали от одной трети до трех четвертей продовольствия, потребляемого греческими полисами.

Платон (427–347 гг. до н. э.) считал, что склоны гор его родной Аттики стали каменистыми еще в доэллинический период, когда вырубка лесов вызвала эрозию почвы. Он также подчеркивал ключевую роль почвы в формировании афинского общества и считал, что в старые времена земля была намного плодороднее. Платон уверял, что почвы вокруг Афин – лишь тень былой роскоши, приводя цитаты в доказательство того,

что на голых склонах некогда росли леса. «...Вся мягкая и тучная земля оказалась смытой, и только один остов еще перед нами. Но в те времена еще неповрежденный край имел и высокие многохолмные горы, и равнины, которые ныне зовутся каменистыми, а тогда были покрыты тучной почвой, и обильные леса в горах»². Отмечая, что природное плодородие окружающих земель позволило Афинам расцвести и превратиться в силу регионального масштаба, Платон был убежден, что почва – это основа благосостояния его родного города.

Аристотель (384–322 гг. до н. э.) разделял убеждение Платона, что землепользование Бронзового века снизило продуктивность почв. Его ученик Теофраст (371–286 гг. до н. э.) различал шесть разных типов почвы, состоящей из нескольких слоев, в том числе и из богатого перегноем слоя над подпочвой, который снабжает растения питательными веществами. Теофраст рассудил здраво, отделив плодородный верхний слой от нижних почвенных пластов.

И Платон, и Аристотель видели приметы того, что принятый в Бронзовом веке подход к землепользованию ухудшил почвенные ресурсы региона. По прошествии тысячелетий, в течение которых сменилось несколько цивилизаций, археологи, геологи и палеоэкологи подтвердили предложенную Аристотелем датировку событий: землешапки появились примерно в V тысячелетии до н. э., а к III тысячелетию десятки земледельческих поселений уже рассредоточились по всему региону; обработка земли стала более интенсивной примерно тогда же, когда, согласно Аристотелю, впервые проявились серьезные последствия эрозии почв. Знание этого, тем не менее, не смогло уберечь классическую Грецию от повторения тех же ошибок.

Исследования, проведенные в последние несколько десятилетий по всей Греции – от Аргивской долины и южной Аргониды в Пелопоннесе до Фессалии и восточной Македонии – показали, что даже существенная перемена климата в конце последнего оледенения не усилила эрозию. Наоборот, в условиях потепления шло образование мощного пласта лесных

почв по мере того, как везде в сельской местности Греции дубравы приходили на смену лугам. За тысячи лет почвенный слой прибавил от половины фута до нескольких футов в толщину в зависимости от местных условий. Темпы эрозии начали опережать скорость почвообразования лишь после появления плуга.

Первые греческие поселения располагались рядом с источниками воды в долинах с хорошей почвой. По мере того как ландшафт заселялся, земледельцы начали перемещаться на более крутые, менее продуктивные склоны. Масштабная вспашка и выпас скота лишили горные склоны почвенного покрова, переместившегося вниз и образовавшего в долинах массивные

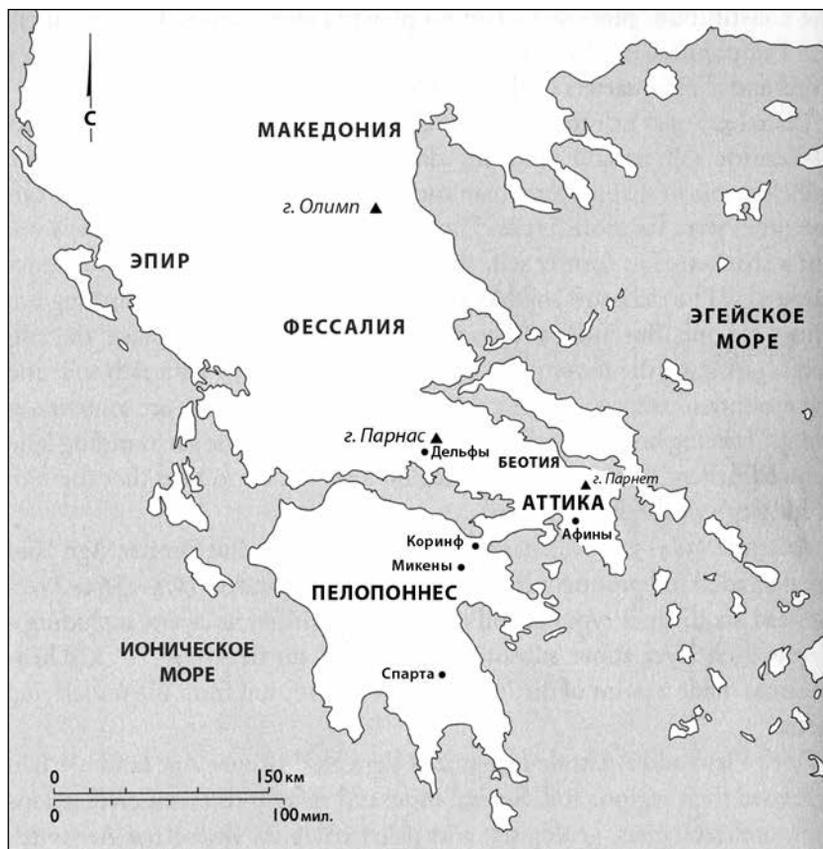


Рисунок 6. Карта Древней Греции.

отложения переработанной гряды. Древние сельскохозяйственные артефакты до сих пор можно найти на скалистых косогорах в тех местах, где уже не хватает почвы для развития густой растительности.

Отложения, осевшие в пойменных долинах, а также фрагментарные остатки почвы на самих склонах свидетельствуют о цикличности процессов эрозии и почвообразования на всей территории Греции. Самые нижние пласты заполняющих низменности наносов обязаны своим появлением изменениям климата в ледниковый и межледниковый периоды за последние четверть миллиона лет. Слои грядеобразных отложений, расположенные выше, являются следствием более поздних эпизодов склоновой эрозии, которые перемежались периодами почвообразования. Первые послеледниковые отложения переработанной почвы, спустившиеся по склонам в низины, обычно относят ко времени прихода в Грецию земледелия Бронзового века. В общих чертах схожие, но различающиеся в деталях проявления почвенной эрозии имели место во всех областях Древней Греции, где земледелие из долин поднималось вверх по склонам гор.

Так, имеются данные, что послеледниковые почвы южной Арголиды четырежды подвергались эрозионным процессам в периоды интенсивного землепользования. Первый из них, продлившийся примерно с 4500 до 3500 г. до н. э. — это время, когда на глубоких лесных почвах повсеместно расселялись первые земледельцы. Внедрение плуга и завоевание земледелием более крутых склонов рельефа привело к широкомасштабной эрозии приблизительно между 2300 и 1600 г. до н. э. Почвы на склонах постепенно восстановились в темные века, предшествовавшие расцвету классической греческой цивилизации. Население этих территорий вновь значительно увеличилось в позднеримскую эпоху, а следующее снижение его численности случилось в VII в. н. э. По оценкам, со времен появления земледелия Бронзового века Арголидские возвышенности потеряли около пятнадцати дюймов почвы, а некоторые предгорные склоны, вероятно, утратили до трех дюймов почвенного слоя.



Рисунок 7. Парфенон. Альбуминовая печать снимка, сделанного Уильямом Джеймсом Стилманом, 1869 г. (любезно предоставлена Научно-исследовательской библиотекой при Научно-исследовательском институте Гетти, Лос-Анджелес, Калифорния [92.R.84]).

Пойменные отложения Аргивской равнины в северо-восточном Пелопоннесе также свидетельствуют о четырех периодах масштабной почвенной эрозии за прошедшие пять тысяч лет. Сегодня толстый пласт краснозема или бурозема встречается лишь в ложбинах и у подножий склонов, защищенных от водных потоков. Остатки склоновых почв и археологические находки говорят о том, что начиная с Бронзового века длившиеся столетиями периоды высокой плотности поселений, интенсивного земледелия и стремительной эрозии сменялись тысячелетними периодами низкой плотности населения, когда и шел процесс почвообразования.

Македония, область на востоке Греции, ставшая родиной Александра Великого, пережила такие же всплески почвенной эрозии, приводившие к заилению водных потоков, после которых ландшафт стабилизировался. Скорость эрозии выросла

вдвое в конце Бронзового века, затем удвоилась еще раз в период между III в. до н. э. и VII в. н. э. Очередной этап начался уже после XV в., обозначив цикл с периодичностью примерно в тысячу лет – такой же, как и в других частях Греции.

Региональные изменения климата не способны объяснить цикличность взлетов и падений численности населения Древней Греции, поскольку разные земли региона заселялись и эродировали в разное время. Современные геоархеологические исследования показывают иную картину: эрозия почв время от времени разрушала местные культуры, заставляла целые поселения уходить на новые места, приводила к изменению агротехники, а иногда становилась причиной того, что целые районы оказывались заброшенными.

Древний геополитический курьез служит еще одним доказательством, что именно люди уничтожали греческую почву. Северные склоны горной цепи Парнет отделяют Аттику от Беотии. Этот район принадлежал Аттике, но добраться туда, как ни странно, можно было только из Беотии. Таким образом, местные леса остались нетронутыми, так как афиняне не могли туда попасть, а беотийцы не имели права осваивать эти земли. В то время как эрозия свирепствовала в самом сердце сельскохозяйственных угодий обоих полисов, эта ничейная пограничная территория до сих пор сохранила глубокий покров лесных почв.

Повсеместная почвенная эрозия Бронзового века совпала по времени с изменениями в агротехнике, вызвавшими значительное увеличение населения. Переход от земледелия, жестко привязанного к определенному месту, зависимого от источников воды и использующего палку-копалку, к богарной системе, основанной на расчистке и распашке всего ландшафта, подстегнул распространение поселений. Первоначально очень низкая интенсивность склоновой эрозии по мере распространения земледелия постепенно повышалась и в конечном итоге возросла в десять раз в эпоху Бронзового века. Впоследствии темпы эрозии снизились почти до исходного уровня, чтобы

снова пережить десятикратное ускорение в античную и романскую эпохи.

К началу эпохи античности почти весь ландшафт был распахан. Массивные отложения грязи в пойменных низинах свидетельствуют об обширной склоновой эрозии лесных почв в результате разворачивавшейся сельскохозяйственной экспансии. В некоторых местах более поздние эрозионные проявления не отличались таким размахом, поскольку непрерывная обработка земли и выпас скота препятствовали восстановлению глубокого почвенного покрова. В сложившихся условиях такие истари применявшиеся меры по борьбе с эрозией, как террасирование склонов и сооружение защитных заграждений для замедления оврагообразования, служат прямым подтверждением тех усилий, которые предпринимались ради спасения почвы.

Разнообразие культурных растений, обнаруженных при раскопках неолитических стоянок в Греции, говорит о том, что сельское хозяйство в преддверии Бронзового века было весьма диверсифицированным. Небольшие по размеру хозяйства интенсивно возделывали разнообразный ассортимент культур, держали овец, коз, коров и свиней. Находки, свидетельствующие о вспашке обширных угодий с использованием тягловой силы волов, доказывают, что земледелие поступательно переходило от неспециализированных мелких хозяйств к крупным плантациям. На исходе Бронзового века большие территории, контролируемые владельцами поместий, специализировались на выращивании зерновых. По мере того, как небольшие хозяйства продвигались дальше, в маргинальные земли, предрасположенные к почвенной эрозии, все большее значение приобретали оливковые деревья и виноградники. И это не было совпадением – ведь данные культуры хорошо росли на скудном каменистом грунте.

Гесиод, Гомер и Ксенофонт – все они описывали двухпольную систему с чередованием паров и посевов. Считалось нормой распахать поля под паром и обрабатывать поля три раза в год: весной, летом и осенью непосредственно перед посевом.

Из-за частой вспашки почва постепенно сползала по склону вниз, оголяя поля и делая их уязвимыми для эрозии. Если Гесиод советовал использовать опытного пахаря, способного вести плуг по прямой независимо от особенностей рельефа, к началу периода поздней античности стало применяться террасирование склонов, чтобы удержать почвенный покров и продлить продуктивную жизнь склоновой пашни.

На современных примерах видно, как стремительно способны эродировать греческие почвы. На некоторых выбитых скотом склонах можно найти заросли пятидесятилетних дубов, стоящих на полуторафутовых земляных останцах, по которым можно отследить сегодняшние темпы эрозии, составляющие чуть более четверти дюйма в год. Живые деревья, голые корни которых на два с половиной и более футов выступают над поверхностью земли, служат свидетелями длившейся десятилетиями почвенной эрозии, уничтожавшей около полудюйма грунта в год. Открытая прямому воздействию осадков земля способна эродировать с такой скоростью, что не заметить ее не сможет даже случайный наблюдатель.

Чуть менее шести столетий прошло после проведения первых Олимпийских игр в 776 г. до н. э., когда римляне захватили и разрушили Коринф, тем самым включив Грецию в состав Римской империи в 146 г. до н. э. Греция, пережившая к тому моменту второй всплеск масштабной эрозии, потеряла статус великой державы. Заслуживающие пристального внимания данные, полученные в ходе почти детективного геологического расследования, демонстрируют, как римляне вслед за древними греками ускорили почвенную эрозию настолько, что это не прошло бесследно для их общества.

В середине 60-х гг. XX в. выпускник Кембриджа Клаудио Вита-Финци нашел в Ливии на берегу пересохшего речного русла римские глиняные черепки, сохранившиеся в отложениях, которые, как считали прежде, относятся к периоду оледенения. Озадаченный столь массивными наносами, созданными речным течением сравнительно недавно, он обследовал древние дамбы, водохранилища, развалины городов, обнаружив в

ходе поисков следы серьезной почвенной эрозии и осадения пойменных наносов, относящиеся к обозримому историческому периоду. Заинтригованный, он попытался выяснить, что послужило причиной таких геологических изменений в столь короткие исторические сроки – климатические изменения или нерациональная эксплуатация земли.

На пути из Марокко в Испанию и в обратном направлении через Северную Африку на восток в Иорданию Вита-Финци нашел доказательства того, что средиземноморский регион пережил два периода мощной склоновой эрозии и осадения наносов в пойменных низинах. Отложения, которые он назвал «старыми наносами», явились следствием эрозионных процессов в эпоху позднего оледенения. Убедившись в том, что явление, которое он поначалу счел характерным только для Ливии, вписывается в более масштабную закономерность, Вита-Финци счел поздние наносы следствием меньшего расхода воды в реках, обусловленного повышением аридности климата в начале позднеимперской эпохи.

Как это часто случается с новыми теориями, попытки подогнать результаты дополнительных наблюдений под упрощенную схему приводят к тому, что вырисовывается гораздо более сложная картина. Сроки почвенной эрозии и заполнения низин наносами были разными по всему региону. Каким образом повышение аридности регионального климата, на которое ссылается Вита-Финци, могло в разное время влиять на прилегающие земли, тем более подвергать отдельные районы неоднократно всплескам эрозии? Современные данные подтверждают, что так же, как и в Греции, человеческая деятельность ускоряла процесс эрозии как в самом сердце Римской империи, так и на территории ее североафриканских и ближневосточных колоний. При этом объяснять эти процессы только человеческим фактором или только климатом нельзя, так как такой однозначный выбор вводит в заблуждение. Засухи и сильные бури периодически ускоряли эрозию на тех землях, где сельскохозяйственная деятельность человека лишала почву защиты и делала ее уязвимой.

Как и в случае с другими палеолитическими охотничьими культурами юга Европы, по мере возвращения лесного покрова после отступления ледников почти исключительная зависимость населения центральной Италии от охоты на крупных животных уступала место сочетанию охоты, рыболовства и собирательства. Тысячи лет спустя, где-то между 5000 и 4000 г. до н. э., переселенцы с востока принесли на Апеннинский полуостров культуру земледелия. Кости овец, коз и свиней, найденные вместе с семенами пшеницы и ячменя, а также жерновками, говорят о том, что первые крестьяне выращивали разные зерновые культуры и разводили скот. Заселяя горные гряды, покрытые легко обрабатываемыми и хорошо дренируемыми почвами, такие крестьяне брали на вооружение комплексную систему хозяйствования, включавшую растениеводство зернового направления и животноводство, что мало отличалось от традиционной схемы крестьянского сельского хозяйства, тысячами позже описанного римскими агрономами. В период между III и I тысячелетием до н. э. сельскохозяйственные поселения распространились по всему италийскому ландшафту.

С раннего неолита и до конца Бронзового века италийское земледелие из районов с лучшими, пригодными для обработки землями перемещалось на все более маргинальные территории. Базовая система небольших хозяйств, где занимались смешанным скотоводством и выращивали широкий ассортимент культур, оставалась удивительно стабильной в этот период аграрной экспансии – земледельцы Бронзового века продолжали пользоваться приемами своих неолитических предков. В период между IV и I тысячелетием до н. э. сельское хозяйство распространилось с самых лучших территорий, освоенных первыми земледельцами, на более крутые склоны возвышенностей и на глинистые почвы пойменных низин, с трудом поддававшиеся обработке.

Железо вошло в широкое употребление примерно в V в. до н. э. До этого доступ к железным орудиям имели только богатые люди и воины. Более распространенное и дешевое по сравнению с бронзой, железо было тверже, долговечнее и легко

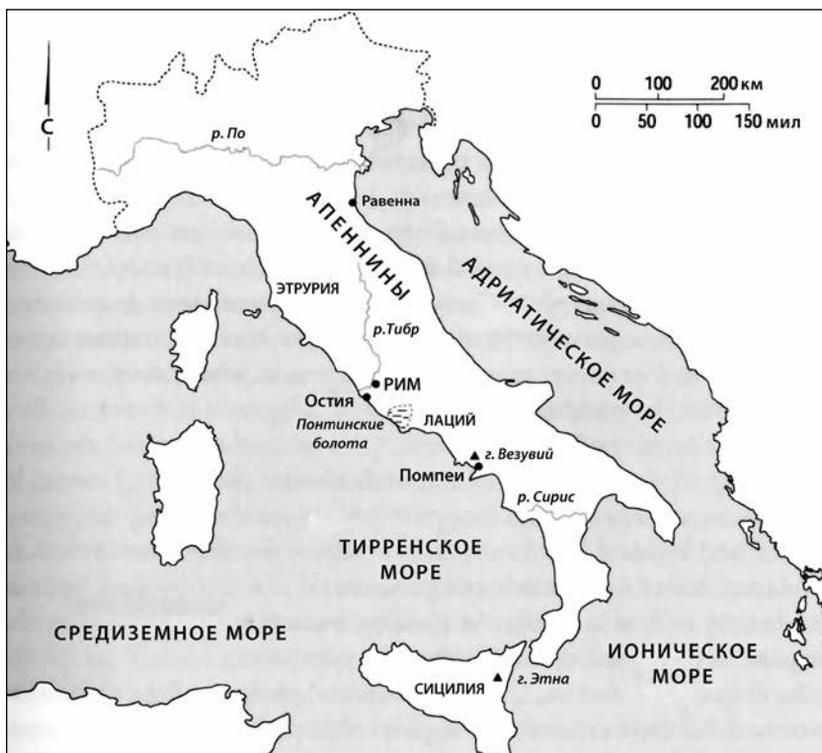


Рисунок 8. Карта Италии древнеримской эпохи.

формовалось для насадки на деревянные орудия. Земледельцы начали оснащать плуги и лопаты железными лезвиями, чтобы прорезать насквозь верхний слой почвы и погружаться в более плотную подпочву. Примерно в III в. до н. э. основная часть Италии по-прежнему была покрыта лесами, однако появление новых железных орудий труда облегчило массовую вырубку, продолжавшуюся несколько следующих столетий.

Когда Ромул примерно в 750 г. до н. э. основал Рим, он разделил земли нового государства на участки размером в два акра, которые его сторонники могли самостоятельно обрабатывать. В 508 г. до н. э., когда была основана Римская республика, почвы центральной Италии славились своей продуктивностью. Средние размеры хозяйств все еще колебались в пределах от одного до пяти акров (от половины гектара до двух), и этого

обычно хватало для того, чтобы прокормить семью. Многие знаменитые римские фамилии происходили от названий овощей, в выращивании которых их предки достигли совершенства. Назвать человека хорошим земледельцем считалось в республике высокой похвалой. Цинциннат пахал свое поле, когда в 458 г. до н. э. к нему пришли объявить о назначении его диктатором.

Ранние римские хозяйства управлялись весьма интенсивно: поля под разными культурами пахали и пололи вручную, почву тщательно удобряли. Самые первые римские земледельцы выращивали культуры с разновысоким листовым пологом, формировавшим несколько ярусов: оливковые деревья, виноград, зерновые и кормовые культуры. Эта система была известна как «cultura promiscua» – культура смешанного типа. Чередование растений нижнего и верхнего ярусов подавляло рост сорняков, экономило трудовые затраты и предотвращало эрозию, обеспечивая круглогодичное укрытие почвы. Корни растений каждой культуры проникали в почву на разную глубину и не конкурировали между собой. Наоборот, применение системы смешанных культур приводило к повышению температуры почвы и продлевало вегетационный период. В ранние годы существования республики римская семья могла прокормить себя, обрабатывая стандартный земельный участок вручную (такой трудоемкий способ наиболее эффективен в небольших хозяйствах). Использование плуга и тягловой силы волов экономило трудовые затраты, но требовало в два раза больше земли для того, чтобы прокормить семью. Когда вспашка стала обыденным делом, спрос на землю рос быстрее, чем численность населения.

Не отставала от них и эрозия. Широкомасштабная вырубка леса и распашка земель в Кампанье усилило склоновую эрозию до такой степени, что для укрепления расположенных на склонах хозяйств были сооружены противоэрозионные каналы. Несмотря на эти усилия, забитые грунтовым осадком реки превратили пойменные низины в перенасыщенные водой болота, а плуг продолжал свое движение вверх по склонам окружающих

возвышенностей. Около 200 г. до н. э. серьезной проблемой стала малярия после того, как смытый с верховых полей ил переполнил Тибр и сельскохозяйственная долина, на протяжении веков обеспечивавшая жизнь более десятка мелких городов, превратилась в печально известные Понтинские болота. Обширные территории изношенных холмов и новообразовавшихся низинных болот означали, что бывшие пахотные угодья становились пастбищами, малопригодными для чего-либо еще, кроме выгула скота. Некогда процветавшие поселения пустели, поскольку пастбища не могли прокормить такое количество крестьян, какое раньше кормилось за счет пашни.

Римляне прекрасно понимали, что источником их благополучия служит земля – ведь именно они придумали выражение «мать–земля» (*mater terra*). Как и их греческие предшественники, римские философы признавали, что эрозия почвы и снижение ее плодородия представляют собой фундаментальную проблему. Однако, в отличие от Аристотеля и Платона, просто описывавших последствия эрозионных процессов, римские философы не сомневались, что человеческая изобретательность поможет решить любые проблемы. Цицерон четко и лаконично сформулировал цель римского сельского хозяйства – создать «в природе как бы вторую природу». Но с учетом того, что земледельцы Рима усовершенствовали плуг для более глубокой вспашки и ограничили ассортимент культур теми, которые можно было вырастить на оголенных склонах, сохранять почву в сердце римских земель становилось все сложнее. По мере того как Рим разрастался, производительность римской системы земледелия поддерживалась за счет освоения новых территорий.

В центральной Италии встречаются четыре основных типа почв: глинистые, при обработке предрасположенные к эрозии; известняковые, включающие и древний краснозем (*terra rossa*); вулканические, отличающиеся плодородием и хорошо поддающиеся дренажу, и аллювиальные почвы пойменных низин. Сельскохозяйственная деятельность привела к сильной эрозии как глинистых, так и известняковых почв, покрывавших возвы-

шенности. Природные лесные почвы местами эродировали так сильно, что сегодня фермеры вынуждены обрабатывать почти не выветренные подстилающие породы. На многих возвышенностях известняковые почвы уцелели лишь в небольших остаточных карманах. В большинстве центральных областей Италии столетия земледелия и выпаса оставили нам в наследство маломощные почвы на оголенных склонах.

Римские земледельцы различали почвы по текстуре (содержанию песка или глины), структуре (зернистая или агрегированная) и влагопоглощающей способности. Они судили о качестве почвы по природному растительному покрову, а также по ее цвету, вкусу и запаху. Почвы делились на тучные и скудные, мягкие и грубые, влажные и сухие. Самой лучшей была тучная почва черноватого оттенка, которая хорошо впитывала воду и крошилась в сухом состоянии. От такой почвы плуг не ржавел, а на вспаханное поле не слетались вороны. Если поле оставляли под паром, оно быстро зарастало хорошим дерном. Как и Ксенофонт, римские агрономы понимали, что разным культурам нужна разная земля: виноградники любят песчаные почвы, а оливковые деревья хорошо растут на каменистых почвах.

Трактат Марка Порция Катона (234–149 г. до н. э.) «*De agri cultura*» – самый древний из сохранившихся римских трудов, посвященных сельскому хозяйству. Катон уделил особое внимание возделыванию винограда, маслин и плодовых культур, а также выделил девять типов сельскохозяйственных почв, разбив их на двадцать одну более мелкую категорию исходя, главным образом, из того, что на них росло лучше всего. Он называл земледельцев идеальными гражданами и рассматривал сельскохозяйственную мощь североафриканского конкурента – Карфагена, как прямую угрозу интересам Рима. Карфаген признавался сильной аграрной державой, способной превратиться в военного соперника. Прибегнув, по-видимому, к самой ранней из известных политических уловок, Катон принес на заседание Сената налитые плоды инжира, выращенного в Карфагене, чтобы подкрепить свое мнение о том, что «Кар-

фаген должен быть разрушен». Завершая этим призывом все свои речи независимо от их тематики, Катон внес свой пропагандистский вклад в развязывание третьей Пунической войны (149–146 гг. до н. э.), в результате которой Карфаген был предан огню, его жители перебиты, а поля использованы для обеспечения Рима продовольствием.

Деловой подход Катона к ведению сельского хозяйства, вероятно, был призван помочь формирующемуся классу плантаторов максимально увеличить производство вина и оливкового масла при минимальных затратах. Описываемые им агрокомплексы – низкотехнологичные аналоги сельскохозяйственных плантаций века колониализма и новейших времен – превратились в специализированные предприятия с высоким уровнем капиталовложений. Вследствие падения цен на рабов и зерно началось вытеснение арендаторов с полей, и появился стимул развивать производство товарных культур на обширных площадях поместных владений с использованием рабского труда.

Еще один известный древнеримский труд о сельском хозяйстве появился примерно на сто лет позже. Родившийся в поместье в самом сердце сельской Италии, Марк Теренций Варрон (116–27 гг. до н. э.) сочинил трактат «De re rustica» в то время, когда такие крупные поместья доминировали в центральной части Римской империи. Сам Варрон владел поместьем на склонах Везувия. Он различал почти сто разных типов почвы и ратовал за то, чтобы сельскохозяйственные приемы и орудия приспособлявали к земле. «...Это знание того, что следует сеять и что делать на любом поле, чтобы земля постоянно давала наибольшие урожаи»³. Как и большинство римских писателей–аграриев, Варрон уделял особое внимание получению максимально высоких урожаев путем интенсификации сельского хозяйства.

Хотя зерновые культуры лучше всего растут на аллювиальных равнинах, к тому времени, когда жил Варрон, италийские низинные леса уже были вырублены, а земли распаханы. Рост численности населения вынудил использовать под посевы зерновых и площади на возвышенностях. Варрон отмечал,

что римские земледельцы ради производства зерна освоили земли всей Италии – низменности, равнины, холмы и горы. «Вы, изъездившие столько стран, скажите, видели вы землю, обработанную лучше, чем Италия?»⁴. Варрон также отмечал, что широко распространившаяся практика преобразования пашни в пастбище увеличивает потребность в импорте продовольствия.

В I в. н. э. Луций Юний Модерат Колумелла писал, что лучшая почва – это та, что требует минимальных усилий для получения максимальных урожаев. По его мнению, плодородный верхний слой почвы должен быть как минимум два фута глубиной, чтобы исправно служить для производства зерна. Зерновые культуры лучше всего росли на пойменных почвах, а виноград и оливковые деревья отлично себя чувствовали на обедненных склоновых почвах. Наличие легких в обработке обогащенных почв сделало зерновые основными товарными культурами Италии, которые выращивали в долинах рек. Уделяя, как и его предшественники, особое внимание максимальному увеличению производительности, Колумелла жестко критиковал тех землевладельцев, которые надолго оставляли свои поля под паром.

Колумелла описывал два простых метода проверки качества почвы. Первый заключается в том, что надо взять небольшое количество земли, побрызгать на нее водой и раскатать между пальцами. Хорошая почва при этом прилипает к пальцам и не крошится, если ее бросить на землю. Второй, более трудоемкий способ предполагает анализ выкопанного из ямы грунта. Тучная, богатая илом и глиной почва целиком не поместится обратно в яму – она хороша для возделывания зерновых; песчаная почва не заполнит вырытую яму полностью – она больше подходит для виноградников или пастбищ. О самом Колумелле известно немного, а вот вариант его первого метода я узнал во время учебы в магистратуре Калифорнийского университета в Беркли.

Римские агрономы сознавали, насколько важен севооборот – даже на лучших почвах невозможно бесконечно вы-

рашивать одну и ту же культуру без ротации. Земледельцы периодически оставляли участки своей земли под паром, засеивали их бобовыми или выращивали покровную культуру, подходящую к местной почве. Обычно они оставляли поле под паром раз в два года между посевами зерновых. Что касается подкормки растений, римляне знали, что растения получают питательные вещества из почвы, и понимали, как важно использовать навоз для достижения максимальной урожайности, не истощая при этом почвенный слой. Вслед за Катонем, советовавшим «иметь большую навозную кучу», римские земледельцы собирали и хранили отходы жизнедеятельности волов, лошадей, овец, коз, свиней и даже голубей, чтобы разбрасывать их на полях в качестве удобрения. Для обогащения грунта они применяли мергель (размельченный известняк) и золу. Варрон рекомендовал вносить навоз крупного рогатого скота кучным методом, но при этом считал, что птичьи экскременты следует разбрасывать. В случае отсутствия навоза Катон предлагал использовать человеческие фекалии. Колумелла же предупреждал, что полям на наклонной местности навоза потребуется больше, поскольку вода, стекающая по ничем не защищенной свежей пашне, будет смывать его вниз по склону. Кроме того, он предлагал захватывать навоз в грунт, чтобы уберечь его от высыхания под лучами солнца.

Помимо всего прочего, римские агрономы особо отмечали важность вспашки. Ежегодная обработка полей плугом несколько раз в течение года обеспечивала хорошую аэрацию свободного от сорняков грунта. Варрон рекомендовал три вспашки, Колумелла советовал четыре. Грубые почвы распахивали по несколько раз, чтобы размельчить почву перед посевом. В период расцвета империи римские земледельцы использовали легкий деревянный плуг для обработки маломощных рыхлых почв и тяжелый железный – для плотного грунта. Многие пахали, как и раньше, по прямой, делая борозды равной величины. Так же, как и в Греции, такая вспашка постепенно вызывала перемещение почвы вниз по склону и способствовала эрозии, так как сток воды после каждой грозы каждый раз делал свое

черное дело – достаточно медленно, чтобы не замечать этого процесса в течение жизненного срока, но и вполне быстро, чтобы его последствия стали заметными спустя века.

Римские земледельцы запахивали в грунт люпин и бобы для восстановления гумуса и поддержания текстуры почвы. Колумелла писал, что севооборот, предполагающий выращивание бобов на сильно удобренном поле после зерновых, способен стабильно поддерживать производительность пашни. Он особо подчеркивал, что следует остерегаться урона, который наносит земле рабский труд. «Для земли любого типа лучше, чтобы на ней находились свободные землепашцы, а не надсмотрщики за рабами, но это особо относится к земле, на которой выращивают зерно. Земледелец–арендатор не может принести особого вреда этой земле... в то время как рабы способны причинить ей значительный ущерб»⁵. Колумелла считал, что использование неудачных агротехнических приемов на больших плантациях несет угрозу основам сельского хозяйства Рима.

Гай Плиний Секунд, более известный как Плиний Старший (23–79 г. н. э.), связывал упадок римского сельского хозяйства с тем фактом, что землевладельцы, проживавшие в городах, оставляли обширные наделы сельскохозяйственных земель на откуп надсмотрщикам, которым подчинялись рабы. Также Плиний осуждал распространенную практику выращивания товарных культур ради максимальной прибыли в ущерб рачительному земледелию. Он считал, что такие тенденции приведут к упадку империи.

Ряд современных оценок поддерживают точку зрения, что землепользование Древнего Рима значительно ускорило процесс эрозии, несмотря на обширные познания римлян в области практического земледелия. Плиний описывал, как вырубка лесов на склонах привела к разрушительным стокам, поскольку дождевая вода больше не впитывалась в почву. В более поздние времена, во II веке, Павсаний провел сравнительный анализ бассейнов двух греческих рек – вокруг Меандра земля активно обрабатывалась, а Ахелой протекал по пустынной местности, которую римляне освободили от населения. Оказалось, что гу-

сто заселенные, интенсивно обрабатывавшиеся земли водораздела образовывали намного больше осадочных отложений, так что быстро прирастающая сушией дельта превращала острова в полуострова. Что же касается сельского хозяйства Рима, то насколько велика его ответственность за ускорение эрозионных процессов в древней Италии?

В 60-х гг. XX в. геолог Принстонского университета Шелдон Джадсон изучал эрозию древних времен в окрестностях Рима. Осмотр резервуара, построенного для хранения воды на римской вилле примерно в 150 г. н. э., показал, что из-за эрозии его фундамент обнажился на 25–51 дюйм с момента его сооружения, то есть в среднем интенсивность эрозионного процесса составляла более одного дюйма за сто лет. Схожие данные были получены им для Пренестинской дороги – магистрального пути, ведущего из Рима. Первоначально дорога была проложена вровень с поверхностью горной гряды, вдоль которой она тянется, но к 60-м гг. XX в. базальтовые камни, которыми ее замостили, выступали уже на несколько футов над легко эродлируемой вулканической почвой, покрывающей окрестные возделываемые склоны. Данные по другим участкам вокруг Рима свидетельствуют, что земля там эродировала со средней скоростью от трех четвертей до четырех дюймов каждые сто лет со времени основания города.

Отложения в сельских озерах, образовавшихся в вулканических кратерах, добавляют красок в картину сильнейшей эрозии. Керны со дна Лаго ди Монтероси – небольшого озера в 25 милях к северу от Рима, подтвердили, что земля, оседавшая в озеро в виде донных отложений, эродировала примерно на дюйм в течение каждой тысячи лет до того времени, как во II в. до н. э. в тех местах была проложена Кассиева дорога. После постройки дороги темпы эрозии возросли почти до одного дюйма в столетие из-за того, что в хозяйствах и поместьях начали обрабатывать землю под посевы товарных культур. Озерные отложения в долине Баккано менее чем в 20 милях к северу от Рима по Кассиевой дороге также свидетельствуют об эродировании окрестных земель со средней скоростью чуть более одного дюйма в тыся-

челетие на протяжении более пяти тысяч лет вплоть до II в. до н. э., когда римляне осушили местное озеро. Массивные наносы грунта, смытого со склонов и осевшего в поймах рек к северу от Рима, являются дополнительным подтверждением интенсивной эрозии почв на закате империи.

Эти данные, полученные из разных независимых источников, а также находки Вита-Финци вместе указывают на то, что сельскохозяйственная деятельность римлян значительно усугубило почвенную эрозию. Если брать годовые значения, то чистые почвопотери были невелики – всего лишь доля дюйма в год, что практически незаметно. Если толщина первоначального пахотного слоя была от шести дюймов до одного фута, то, вероятно, потребовалось не менее нескольких веков, но не более тысячелетия, чтобы центральные районы Римской империи лишились верхнего слоя почвы. После того как землевладельцы перестали самостоятельно обрабатывать свои поля, вряд ли кто вообще обращал внимание на то, что происходит с их почвой – разве что единицы.

Признаки почвенной эрозии были более заметны в нижнем течении главных рек, где порты превращались в материковые города по мере того, как наносы, образованные унесенной со склонов почвой, отвоевывали территорию у моря. Заболоченный из-за осадочных отложений Тибра древнеримский порт Остия в наши дни находится на расстоянии многих миль от побережья. Другие города, такие как Равенна, потеряли выход к морю и утратили былое влияние. Город Сибарис на южной оконечности Италии исчез под слоем грязи, принесенной рекой Кратис.

Историки до сих пор спорят о том, какие причины привели к падению Римской империи, поочередно выдвигая на передний план имперскую политику, внешнюю агрессию, деградацию окружающей среды. Однако Рим не столько потерял крах, сколько сам себя израсходовал. Будет упрощением считать причиной упадка Рима одну лишь эрозию почв – ослаблению империи способствовала напряженность, связанная с необходимостью кормить растущее население на фоне посте-

пенного истощения земли. Более того, эта зависимость была взаимной: эрозия почв влияла на римское общество, а политические и экономические силы Рима, в свою очередь, формировали отношение граждан к земле.

Когда Ганнибал огнем и мечом прошелся по италийской сельской местности в ходе Второй Пунической войны (218–201 гг. до н. э.), тысячи римских земледельцев хлынули в города, поскольку их поля и дома были разрушены. После победы над Ганнибалом незанятые сельскохозяйственные земли стали лакомым куском для располагающих необходимыми средствами инвесторов. Кроме того, римские власти раздавали опустевшие во время войны земли состоятельным гражданам в счет погашения военных займов. Привезенные в Италию рабы числом до четверти миллиона представляли собой готовый к эксплуатации ресурс рабочей силы. После войны все три главных составных части сельскохозяйственного производства – земля, рабочая сила и капитал – были дешевы и доступны.

Растущие латифундии – крупные поместья, ориентированные на производство товарных культур, использовали эти ресурсы для максимального увеличения производства вина и оливкового масла. К середине II в. до н. э. эти обширные рабовладельческие плантации составляли основу римского сельского хозяйства. Владующий землей гражданин–землепашец превратился в реликтовый идеал; при этом в качестве символа он был поднят на щит общественным движением братьев Гракхов в 131 г. до н. э. Гракхи ратовали за принятие законов, согласно которым крестьяне–одиночки получали несколько акров государственной земли, однако многие из тех, кто получил землю по законам Гракхов, не смогли заработать себе на жизнь, поэтому они продавали свои наделы крупным землевладельцам и возвращались в Рим, чтобы жить на государственное пособие. Менее чем через два столетия после убийства братьев Гракхов, латифундии занимали почти всю пахотную землю в радиусе двух дней пути от Рима. Несмотря на то, что им было запрещено открыто заниматься коммерцией, многие богатые сенаторы обходили закон, превращая свои поместья в коммер-

ческие хозяйства. Общая площадь обрабатываемых римлянами земель продолжала увеличиваться по мере того, как совершался переход от натурального хозяйства к сельскохозяйственным плантациям, изменивший облик сельских районов Италии.

При таких масштабах сельскохозяйственной деятельности земле приходилось нелегко. В первом десятилетии нашей эры историк Тит Ливий задавался вопросом, каким образом пашни центральной Италии могли прокормить многочисленные армии тех, кто столетиями раньше сражался против римской экспансии – ведь современное состояние полей давало повод усомниться в достоверности свидетельств, оставленных старинными врагами Рима. Дважды веками позже Пертинакс предлагал заброшенные пахотные земли в центре Италии любому, кто изъявлял желание обрабатывать их в течение двух лет. Мало кто воспользовался этим предложением. Еще через столетие Диоклетиан прикрепил свободных земледельцев и рабов к обрабатываемой ими земле. Спустя еще одно поколение Константин объявил преступлением случаи, когда сын землепашца покидал подворье, на котором его вырастили. В те времена итальянские земледельцы едва могли прокормить самих себя, не говоря уже о городском населении. Согласно оценкам, к 395 г. н. э. заброшенные поля в Кампанье занимали столько земли, что ее хватило бы на более чем 75 тыс. хозяйств в период становления республики.

Окружавшие Рим сельские районы кормили растущую метрополию до конца III в. до н. э. Ко времени первого пришествия Христа запасов зерна, собранного на прилегающих землях, было уже недостаточно, чтобы обеспечить город продовольствием. Ежегодно из Египта и Северной Африки ввозили 200 тыс. тонн зерна, чтобы накормить миллионное население Рима. Император Тиберий жаловался Сенату, что «само существование жителей Рима ежедневно находится во власти непостоянных волн и бурь»⁶. Рим стал зависеть от продовольствия, ввозимого из провинций, так как был не способен накормить неуправляемые толпы столичной черни. Зерно доставляли в Остию – ближайший к Риму порт. Любого, кто

задерживал или срывал поставки, могли без долгих разбирательств казнить.

На провинции в Северной Африке постоянно давила необходимость производить как можно больше зерна, поскольку политические соображения заставляли империю обеспечивать римское население бесплатным зерном. Ливийское побережье давало обильные урожаи до тех пор, пока из-за эрозии почвы земля не деградировала до такой степени, что с юга на нее начала наступать пустыня. Из истории хорошо известно, что в 146 г. до н. э. римляне разрушили Карфаген, а также о том, что земли в округе были засыпаны солью, чтобы помешать возрождению города. Менее известны долгосрочные последствия деградации почв после того, как растущий спрос на зерно заставил Рим возобновить сверхинтенсивное возделывание зерновых культур в Северной Африке.

Римский сенат заплатил за перевод 28 томов спасенного из разрушенного города справочника Магона по сельскому хозяйству Карфагена. Когда соль была вымыта из почвы, жадные до земель римляне превратили североафриканское побережье в густо засаженные плантации оливковых деревьев – на некоторое время. Основные сельскохозяйственные работы сосредоточились вокруг огромных давяльных прессов, разработанных в I веке н. э. для производства масла. Проконсул, ответственный за поставки продовольствия в Рим, командовал легионами численностью до 200 тыс. человек, которые охраняли урожай от грабительских набегов кочевников. Варваров удавалось веками держать на расстоянии, но устранить угрозу эрозии было сложнее, поскольку в условиях политической стабильности, обеспеченной договором «*Pax Romana*», землю непрерывно эксплуатировали в стремлении максимально увеличить ежегодные урожаи. К тому времени, когда вандалы переправились в Африку и в 439 г. н. э. захватили Карфаген, римское присутствие там было настолько незначительным, что завоевателям хватило менее 15 тыс. человек, чтобы покорить всю Северную Африку. После капитуляции римлян перевыпас овец, которых разводили кочевники, помешал почвам восстановиться.

Сегодня мы вряд ли воспринимаем Северную Африку как житницу древнего мира. Тем не менее, североафриканское зерно в 330 г. до н. э. спасло от голода Грецию, а римляне завоевали Карфаген отчасти для того, чтобы завладеть сельскохозяйственными землями. Аннексия римлянами Киренаики – части североафриканского побережья между Карфагеном и Египтом – произошла по решению Сената в 75 г. до н. э., когда из-за войны в Испании и неурожая в Галлии северные провинции едва могли прокормить себя, не говоря уже о столице. С учетом того, что Рим был охвачен голодными бунтами, Сенат аннексировал Киренаику, скорее всего, в связи с ее возможностями в плане производства зерна.

Данные о том, что этот регион в древности подвергся интенсивной почвенной эрозии, ставят под сомнение гипотезу о том, что Северная Африка после распада Римской империи отказалась от поливного земледелия из-за изменившегося климата. Хотя значительную часть североафриканских территорий, находившихся под контролем Рима, занимали маргинальные сельскохозяйственные земли, археологические находки, сделанные экспедициями ЮНЕСКО в середине 80-х гг. XX в., подтверждают, что первыми колонизаторами этих земель были земледельцы, которые жили частным натуральным хозяйством. В течение нескольких последующих веков зона поливного земледелия постепенно расширялась по мере того, как мелкие хозяйства объединялись в более крупные, конечной целью которых стал экспорт зерна и оливкового масла.

Первый христианин, писавший на латыни, Квинт Септимий Флоренс Тертуллиан (в наши дни известный просто как Тертуллиан), жил в Карфагене примерно в 200 г. н. э. Описывая конец римского порубежья в Северной Африке, он предостерегал, что нельзя облагать окружающую среду непосильной данью. «Все места сейчас доступны, хорошо известны, открыты для торговли. Великолепные хозяйства стерли все черты отвратительных пустошей, культурные поля победили леса... Мы переполняем мир. Силы природы едва ли способны обеспечивать нас. Наши потребности растут, а запросы

становятся более изощренными, в то время как Природа не может нас выносить»⁷.

В археологических обзорах ЮНЕСКО описаны находки, помогающие объяснить обеспокоенность Тертуллиана тем, что растущая плотность населения привела к широкомасштабной эрозии на склонах возвышенностей, окружавших небольшие поймы рек и ручьев. Необходимость защищать рубежи в условиях дефицита воды и сокращающихся запасов почвы постепенно превратили римские аграрные поселения в Ливии в мощные укрепленные хозяйства, рассредоточенные вдоль пойменных долин на расстоянии нескольких сотен футов друг от друга. Когда в VII в. Амр ибн аль-Ас изгнал оставшихся там византийских колониальных чиновников, регион уже не мог считаться процветающим.

В 1916 г. профессор Колумбийского университета Владимир Симхович утверждал, что Римская империя пришла в упадок по причине дефицита земли. Истощение почвы и эрозия способствовали тому, что сельские территории империи на самом закате ее существования обезлюдели. По данным Симховича, количество земли, необходимой для жизнеобеспечения римского земледельца, увеличилось в десять раз – с небольшого участка, предоставлявшегося каждому гражданину во времена основания Рима, до крупного надела в период правления Юлия Цезаря. Симхович также отмечал, что в эпической поэме «*De rerum natura*» философа Лукреция нашли отражение взгляды его современников на снижающееся плодородие матери–земли.

Соответствовало ли действительности бытовавшее тогда мнение о повсеместном снижении плодородия почв в центральных областях Римской империи? Трудно сказать. Примерно в 60 г. н. э. Колумелла обратился к этой проблеме в предисловии к «*De re rustica*». «Я слышу, как часто у нас первые люди в государстве обвиняют то землю в бесплодии, то климат в давней и губительной для урожаев неравномерности. Некоторые даже как бы смягчают эти жалобы ссылакой на определенный закон; земля, по их мнению, усталая и истощенная роскошными урожаями старых времен...»⁸.

Далее Колумелла сообщает, что писатели–аграрии прошлых времен, чьи работы в большинстве своем не уцелели, поголовно жаловались на истощение почвы. Но почва, выхлощенная многолетней обработкой, не обязательно должна одряхлеть. Наоборот, утверждает Колумелла, грешно думать, что почва, которую боги наделили вечным плодородием, может истощиться. При этом, он уточняет, что земля навеки сохранит плодородие, только если за ней правильно ухаживать и часто ее удобрять.

Почему именно с этого нужно было начинать практическое руководство для земледельцев? Изложив свою аргументацию таким образом, Колумелла хотел подчеркнуть, что кризис сельского хозяйства Рима следует считать не зеркальным отражением некоего природного процесса, ведущего к всеобщему упадку, а следствием отношения римских земледельцев к своей земле. Они создали эти проблемы своими же руками. Во II в. до н. э. Варрон упоминал заброшенные поля в Лациии как пример пресловутой стерильной почвы, на которой борются за существование растения с чахлой листвой и замороженная виноградная лоза, в то время как несколькими веками ранее она обеспечивала жизнь целых семей. Осмысляя спустя сотни лет эту проблему, Колумелла утверждал, что жителям Лациии грозила голодная смерть, если бы им не выделяли часть продовольственных припасов, ввозимых в столицу из-за моря.

Некоторые историки полагают, что растущие долги римских земледельцев вносили свою лепту во внутренние неурядицы империи. Задолженность возникала, когда земледелец брал займы средства либо для покупки необходимых ему орудий труда, либо для нужд собственной семьи, если его дохода не хватало, чтобы эту семью обеспечить. Низкая капиталоемкость римской сельскохозяйственной отрасли позволяет предположить, что земледельцы, обрабатывавшие традиционные для республики небольшие наделы, с трудом могли себя прокормить. Владельцы крупных поместий пользовались бедственным состоянием своих соседей и скупали обширные участки земли. Широко распространено мнение, что сельские районы Рим-

ской империи обезлюдели по причине войн и междоусобиц, однако в действительности небольшие земледельческие хозяйства прекращали свое существование как раз в условиях беспрецедентно долгой мирной жизни. Реакцией на такое запустение в римском аграрном секторе стал закон, запрещавший отлучать сельскохозяйственных рабов от земли, которую они обрабатывали. Со временем проблема стала настолько острой, что даже свободных арендаторов декретом прикрепили к обрабатываемой ими земле – иными словами, к хозяину этой земли. Продиктованный этими законами общественный договор между крепостными земледельцами и землевладельческой знатью действовал еще долгое время после развала империи (многие историки считают, что именно он создал предпосылки для средневекового крепостничества).

И все же как объяснить деградацию почв в Италии, если римлянам было известно все о падающем земледелии, севооборотах, внесении навоза? Применение этих приемов на практике предполагает, что земледелец потратит часть своего дохода на почвоулучшающие меры, в то время как максимальное наращивание текущих урожаев снижает плодородие почвы. К тому же накапливавшиеся долги или угроза голода заставляли земледельцев идти на все, чтобы получить максимальную отдачу даже от истощенной почвы.

Стремление Рима к захвату новых земель было до известной степени обусловлено необходимостью наладить надежные каналы продовольственных поставок в связи с ростом численности населения. В этой связи снижение урожайности пашни в центральной Италии стимулировало развитие интенсивного сельского хозяйства в только что завоеванных провинциях. Эрозия почв приводила к прогрессирующей деградации земель в самом сердце Римской империи, а впоследствии и в ее заморских владениях. Исключением был лишь Египет, который стал для Рима колониальной житницей только в 30 г. до н. э. после смерти Клеопатры.

Иммунитет Египта к почвенной эрозии объясняется животворными разливами Нила. Сам факт, что Нил был признан

персональной собственностью императора, красноречиво говорит о его значении для Римской империи. В I веке н. э. император Август запретил сенаторам и римской знати ездить в Египет без его разрешения, поскольку «тот, кто сделается хозяином Александрии... сможет малыми силами... заставить всю Италию голодать»⁹. На закате империи нильская грязь кормила Рим. Сама по себе эрозия почв не была причиной гибели Рима, и все же состояние почвенных ресурсов в современной Италии и бывших римских колониях говорит само за себя.

Прошло больше тысячи лет после падения Рима, когда некоего юриста из Новой Англии, немало поездившего по свету, заинтересовала проблема влияния почвенной эрозии на древние сообщества. Родившийся в 1801 г. в приграничной Вудстокской общине штата Вермонт, Джордж Перкинс Марш много путешествовал по Старому Свету и в 1864 г. опубликовал свой труд «Человек и природа», заложивший основы социальной экологии. Известный своей начитанностью, Марш забросил занятия юриспруденцией ради участия в выборах в Конгресс 1843 г., а пять лет спустя был назначен послом США в Турции. Пользуясь тем, что служба была не особо обременительной и времени для путешествий оставалось достаточно, он в 1851 г. перед возвращением на родину отправился в экспедицию по Египту и Палестине, где собирал коллекцию растений и животных для Смитсоновского института. Десять лет спустя Авраам Линкольн назначил Марша послом в Италии. Добравшись в своих странствиях до Альп, Марш видел земли Старого Света, деградировавшие из-за пренебрежительного отношения к почве, что напомнило ему ситуацию в родном Вермонте, где на месте лесов возникли пшеничные поля и пастбища.

«Территория, превосходящая по площади всю Европу, чье изобилие в былые века кормило население, численность которого едва ли уступала населению всего христианского мира в наши дни, сегодня полностью отрешена от землепользовательской деятельности человека и в лучшем случае скудно заселена... Есть области в Малой Азии, Северной

Африке, Греции и даже в альпийской Европе, где под действием вызванных человеком процессов поверхность земли пришла в запустение, почти столь же абсолютное, как на Луне, хотя известно, что в течение короткого промежутка времени, который мы называем «исторический период», эти земли были покрыты роскошными лесами, зеленевшими пастбищами и плодородными лугами»¹⁰.

Откровения Марша имели двойную подоплеку: земля далеко не всегда способна восстановиться от последствий неправильной эксплуатации, а люди в погоне за сиюминутной выгодой бессознательно нарушают природный баланс. Стараясь привлечь внимание к тому, как непреднамеренные последствия человеческой деятельности влияют на способность земли обеспечивать общество пропитанием, он не сомневался, что Америка найдет способ избежать просчетов Старого Света.

Марш верил, что сельскохозяйственные технологии в скорости развития не отстанут от роста численности человечества – до тех пор, пока есть пригодная для обработки земля. Однако он также отдавал себе отчет в том, что с усовершенствованием технологий растет и потенциальная возможность нанести земле ущерб. Стараясь донести до общества мысль о том, что цивилизации Ближнего Востока погибли из-за вырубki лесов и почвенной эрозии, Марш подвергал сомнению американскую веру в неистощимость ресурсов. Его книга мгновенно перешла в разряд классических и пережила три издания, переработкой которых он занимался буквально до последнего вдоха.

Полвека спустя, накануне Второй мировой войны, Министерство сельского хозяйства США командировало известного почвовед Уолтера Лаудермилка за океан, чтобы он проанализировал, как влияет землепользование на эрозию в странах Ближнего Востока, Северной Африки и Европы. Вторжение Гитлера в Польшу не позволило ему продолжить свои изыскания в Центральной Европе и на Балканах, однако, как и его предшественник Марш, Лаудермилк уже успел достаточно оз-

накомиться с положением дел в Европе и Азии, чтобы объявить Старый Свет кладбищем империй.

Обследуя земли бывших аграрных колоний Древнего Рима на территории Туниса и Алжира у северных берегов Африки, Лаудермилк обнаружил ландшафт, который Катон вряд ли бы счел таящим угрозу. «На большей части земель древней житницы Рима мы наблюдали, что почва смыта вплоть до скального основания, а холмы серьезно иссечены рытвинами из-за перевыпаса скота. Основная часть низинных земель все еще возделывается, но при этом в результате эрозии покрыта огромными оврагами, куда с оголенных склонов устремляются усиливающиеся после грозы водные потоки»¹¹. В Джемиле руины крупного города лежали погребенными под тремя футами грязи, смытой со скалистых склонов, которые прежде покрывали плантации оливковых деревьев. Несколько рошниц уцелело на останках грунта, возвышавшихся на фут или два над коренной породой склонов.



Рисунок 9. Руины Тимгада, римского города I века н. э., Северная Африка (Лаудермилк, 1953, с. 17, рис. 9).

Древний город Тимгад произвел на Лаудермилка еще большее впечатление. Основанный Траяном в I веке н. э., когда могущество Рима достигло наивысшей точки, город располагал большой публичной библиотекой, театром на 2500 посадочных мест, банями числом более десятка, а также смывными общественными туалетами. Лаудермилк выяснил, что несколько сотен жителей города населяют каменные дома, восстановленные из древних развалин. Зброшенные более тысячи лет назад остовы огромных прессов для выжимки оливкового масла возвышались над обнаженными безлесными склонами памятниками былому благоденствию.

В Тунисе Лаудермилка повергли в состояние задумчивости руины амфитеатра, рассчитанного на 60 тыс. человек – второго по величине после римского Колизея. По его оценкам, численность населения окрестного района на тот момент не достигала и одной десятой того количества народа, которое мог вместить амфитеатр. Мог ли климат, становившийся все более аридным, заставить людей уступить свои поля пустыне? Это традиционное объяснение показалось Лаудермилку сомнительным. Руководитель археологических раскопок в Тимгаде вырастил рощу оливковых деревьев по римской технологии на нераскопанном участке долины. Здоровый вид деревьев говорил о том, что климат не настолько сильно изменился, чтобы стать причиной краха сельского хозяйства в регионе.

В Сусе Лаудермилк обнаружил оливковые деревья, возраст которых предположительно достигал полутора тысяч лет, а это значило, что повышающаяся засушливость климата неповинна в упадке североафриканского земледелия. На склонах, покрытых этими древними рощами, почва уцелела – на месте ее удерживали древние террасы и земляные валы, направлявшие дождевой сток с окружающих склонов на поля. Сохранился почвенный покров и на покрытых травой и редкими деревьями холмах, которые были защищены от выпаса скота. Придя к выводу, что во всех остальных местах почва была смыта со склонов, Лаудермилк счел вызванное перевыпасом стравливание той причиной, которая привела к выходу эрозии из-под

контроля, что в свою очередь лишило землю способности обеспечивать людей пропитанием.

Направляясь на восток, группа Лаудермилка достигла тех мест, где Моисей вывел израильтян из пустыни в долину Иордана. Сделав остановку в Иерихоне, Лаудермилк выяснил, что более половины возвышенностей утратили покрывавший их когда-то слой краснозема. Глубокие овраги прорезали пойменные низменности, где на свободных участках все еще практиковалось земледелие. На крутых склонах более трех четвертей древних селений были заброшены, в то время как в пойме девять из десяти деревень оставались обитаемыми. Зброшенные села встречались там, где вся почва эродировала. Глубокий почвенный слой сохранился на обрабатываемых склонах, где укрепленные камнем террасы поддерживались в рабочем состоянии.

В Петре, столице Набатейской цивилизации, высеченной прямо из скальной породы на краю Аравийской пустыни около 200 г. до н. э., Лаудермилку встретились еще более оголенные скалистые склоны с разрушенными террасами. Размышляя, куда же могла деться почва, некогда удерживаемая террасами, он пришел к выводу, что город кормился за счет сельскохозяйственной обработки окрестных склонов до той поры, пока вторжение кочевников не разрушило систему почвозащитных мер. Огромный театр, в котором могли уместиться тысячи зрителей, сегодня развлекает разве что немногочисленных туристов.

По пути в Сирию Лаудермилк посетил руины римского города Джараш. Служивший в библейские времена приютом для четверти миллиона человек, древний город погребен под более чем десятифутовым слоем грязи, смытой с окружающих склонов. Вопреки популярной среди археологов тех времен теории, Лаудермилк не обнаружил никаких признаков выхода из строя системы водоснабжения. Точно так же, как в Петре и Иерихоне, обнесенные камнями террасы когда-то удерживали почву на склонах, ныне обнаженных вплоть до скальной породы. Все, что осталось от природных почв, осело в пойме.

Район, население которого в 30-х гг. XX в. составляло всего несколько тысяч человек, в прошлом имел возможность обеспечивать всем необходимым шикарные виллы и отправлять в Рим доверху груженные зерном корабли.

Продолжив свое путешествие на север, Лаудермилк достиг Антиохии, где апостола Павел начал проповедовать Евангелие перед самой многочисленной в регионе аудиторией потенциальных неопитов. Около сотни деревень и поселков окружали этот город, который слыл самым крупным и богатым во всей древней Сирии времен римской оккупации. В 70-х гг. XX в. из обитаемых деревень сохранилось всего семь. В четыре раза больше поселений лежало под болотистой топью, которую образовали отложения, эродировавшие со склонов холмов вследствие хищнического применения римской агротехники. Археологам приходилось делать раскопы глубиной в 28 футов, чтобы добраться до фрагментов городских развалин.

Нашелся также ответ на вопрос, откуда взялась вся эта грязь. Обнаруженные на возвышенности к северу от Антиохии грубые, необработанные части фундаментов, не предназначенные для всеобщего обозрения, дверные пороги без ведущих к ним ступеней, возвышающиеся на три–шесть футов над скалистой поверхностью, говорили сами за себя. Давно лишившись почвенного покрова, этот район, прославившийся некогда экспортом своего зерна и оливкового масла, теперь способен прокормить лишь малое число обитателей, ведущих полукочевой образ жизни. Лаудермилк описал найденные на территории района руины – голые каменные остовы, высившиеся над обнаженными скалистыми склонами посреди пустыни, которую, сами того не желая, создали люди, оставив в наследство потомкам только нищету. Что бы еще ни случилось в этом регионе, почвенного покрова на сирийских нагорьях больше не было.

Ливанскую почву постигла такая же участь. Около 4500 лет тому назад финикийцы двинулись прочь от пустыни на запад, в сторону восточного побережья Средиземного моря. Приступив к освоению узкой полоски прибрежной равнины, они использовали традиционные для Месопотамии агротехнические

приемы в приотлившем их краю кедровых лесов, где было мало равнинной земли для обработки. Распахав узкую равнину у берега моря, финикийцы расчистили от лесов земли на склонах и продали древесину своим соседям – небогатым лесными ресурсами Месопотамии и Египту. Неважно, что было главной причиной вырубki этих великолепных кедровых лесов – древесина или расчистка под пашню; обе причины шли рука об руку по мере того, как земледельческие хозяйства расплзались вверх по склонам.

Исхлестанная проливными зимними дождями почва быстро эродировала на распаханных склонах. Пытаясь приспособить свою агротехнику к этой новой напасти, финикийцы начали сооружать террасы, чтобы защитить почву от стока. Лаудермилк описывал разрушенные стены древних террас, встречавшиеся по всему району. Террасирование – один из самых трудоемких агротехнических приемов, особенно если склоны отличаются крутизной. Когда их поддерживают в рабочем состоянии, террасы успешно противодействуют эрозии, однако они быстро теряют эффективность, если за их состоянием не следят.

Лишь малая часть крутых склонов в Ливане была террасирована. Гроза следовала за грозой, и эрозия лишила большинство склонов почвенного покрова. К IX в. до н. э. финикийские эмигранты приступили к колонизации Северной Африки и Западного Средиземноморья, поставляя на дальние форпосты промышленные товары в обмен на продовольствие. К тому времени, когда Александр Великий в 322 г. до н. э. завоевал Ливан, золотой век финикийцев был уже закончился. Отрезанная от колоний финикийская цивилизация, утратив львиную долю пахотных земель, так и не смогла прийти в себя.

Когда Лаудермилк посещал эти места, четыре маленькие кедровые рощицы – вот все, что оставалось от огромного кедрового леса, покрывавшего две тысячи квадратных миль древней Финикии. Отметив, что уцелевшие рощи ютились на защищенных от коз пойменных почвах, Лаудермилк заключил, что вовсе не перемена климата стала причиной исчезновения

лесов. Большие деревья не могли вырасти там, где не хватало почвы, а перевыпас скота не позволял почве восстанавливаться.

Летом 1979 г. радиоуглеродный анализ керновых проб из отложений в Галилейском море (озера Кинерет) показал, что интенсивность эрозии на окружающих территориях выросла более чем в два раза к началу первого тысячелетия до н. э. Это происходило одновременно с распространением поселений и сельскохозяйственной экспансией в горные районы с приходом туда колен Израилевых. Пыльца, сохранившаяся в различных слоях озерных отложений, свидетельствует, что примерно за 1300 лет, прошедших с основания израильского царства и до завершения римской оккупации, оливковые рощи и виноградники вытеснили природные дубравы.

Когда Моисей вывел израильтян из пустыни в Ханаан, они попали в места, показавшиеся им сельскохозяйственным раем. «Ибо Господь, Бог твой, ведет тебя в землю добрую, в землю, где потоки вод, источники и озера выходят из долин и гор, в землю, где пшеница, ячмень, виноградные лозы, смоковницы и гранатовые деревья, в землю, где масличные деревья и мед» (Второзаконие 8:7–8). Единственная проблема состояла в том, что лучшие пойменные земли уже были заняты.

Ханаан, встретивший Моисея и его народ, представлял собой совокупность городов–государств, покоренных военной мощью Египта. Отменно укрепленные ханаанские города контролировали низинные сельскохозяйственные земли. Новоприбывших это ни капли не обескуражило, и они принялись осваивать незанятые земли на возвышенностях. «...И гора будет твоею, и лес сей; ты расчистишь его, и он будет твой до самого конца его» (Иисус Навин 17:18). Селясь небольшими деревнями, они расчищали леса и возделывали земли на террасированных склонах этой холмистой страны с намерением утвердиться в Земле Обетованной.

Израильтяне перенимали традиционные для Ханаана агротехнические приемы и использовали их в своих новых хозяйствах, выращивая на вспаханных склонах те же культуры, что и их соседи. При этом, однако, они применяли севооборот,

оставляли поля под паром, а также разработали систему сбора и доставки дождевой воды на свои террасированные пашни. Появление орудий труда из железа способствовало более обильным урожаям, что привело к созданию запасов продовольствия, позволявших кормить более крупные поселения. Поля оставляли под паром каждый седьмой год в принудительном порядке, а навоз животных перемешивали с соломой для получения компоста¹². К земле относились как к собственности Бога, переданной народу Израиля на сохранение. Обследуя нагорные области Иудеи, Лаудермилк обратил внимание, что некоторые укрепленные камнем террасы, за состоянием которых продолжали следить, все еще удерживали почвенный слой несмотря на тысячелетия его эксплуатации.

Впоследствии в период римской оккупации сельскохозяйственная экспансия в этих краях приняла такие масштабы, что к I веку н. э. ближневосточные провинции Римской империи полностью лишились своих лесов. Там, где крутизна склонов не позволяет применять вспашку, лесные угодья обычно вытеснялись пастбищами. По всему региону стада коз и овец уничтожали растительность под корень. Перевыпас скота на крутых склонах вызвал катастрофическую эрозию. Формировавшиеся тысячелетиями лесные почвы были утрачены, а с их исчезновением, исчезли и леса.

В июне 1939 г. в своем радиообращении к иерусалимской аудитории Уолтер Лаудермилк сформулировал одиннадцатую заповедь, которую, по его мнению, Моисей не преминул бы добавить к остальным десяти, если бы предвидел, во что превратится Земля Обетованная. «Унаследуй Святую Землю как добросовестный управитель, храни ее богатства и изобильность от поколения к поколению. Охраняй поля твои от почвенной эрозии... а холмы твои от стравливания, чтобы потомки твои жили в достатке вечно. Если кому в тягость быть хорошим управителем своей земли... потомки твои познают упадок, будут жить в нищете, либо вовсе исчезнут с лица Земли»¹³.

Лаудермилка, как и Марша до него, беспокоило, что увиденное им на Ближнем Востоке может сказаться на долго-

срочных перспективах развития Америки. Оба исследователя надеялись, что опыт Старого Света станет хорошим уроком для Света Нового, но ни один из них не сознавал тогда, что тревожившие их процессы уже происходили на американской земле. Цивилизация майя представляет наиболее изученный, но никоим образом не единственный пример того, как деградация почвы участвовала в гибели древних культур обеих Америк. Самые первые поселения майя, появившиеся в джунглях низинной части полуострова Юкатан, постепенно объединялись во все более сложные образования. Ко второму веку до н. э. такие крупные центры религиозного культа и торговли, как Тикаль, образовали сложную иерархическую систему городов–государств с общим языком, культурой и архитектурой. Города майя размерами были сопоставимы с шумерскими городами–государствами. В период расцвета Тикаля численность его населения составляла от 30 до 50 тыс. человек.

Первые оседлые сообщества Мезоамерики приобрели известность в этом регионе после того, как около 2000 г. до н. э. была введена в культуру кукуруза. В течение следующих тысячелетий кукуруза постепенно стала играть все более важную роль в рационе жителей маленьких селений наряду с тем, что им приносила охота и собирательство даров дикой природы за пределами своих и чужих деревень. Небольшие участки в лесу, расчищенные от деревьев для посева, постепенно расширялись, а кукуруза превращалась в базовую составляющую мезоамериканского рациона. Как и в Месопотамии, из россыпи мелких поселений выросли центры религиозного культа и города со жрецами, ремесленниками и управляющими, которые распорядились излишками продовольствия.

Изначально окультуренная кукуруза в плане продуктивности мало чем отличалась от своих дикорастущих сородичей, которые можно было без труда собрать. Крошечные початки размером с большой палец просто съедали целиком. Перемалывать кукурузу в муку люди начали тогда, когда повышение ее урожайности позволило им жить на одном месте постоянно. Регион обеспечивал существование многочисленным разроз-

ненным деревушкам до той поры, пока между 350 г. до н.э. и 250 г. н.э. не появились крупные города. К этому времени некоторые места, где жили индейцы майя, уже серьезно пострадали от эрозии, однако в большинстве районов пик почвенной эрозии – а также почвозащитных мероприятий – следует отнести ориентировочно к VI–IX вв. н. э. Считается, что отсутствие артефактов, относящихся к более позднему периоду, говорит о резком уменьшении численности (или расселении) населения после того, как империя майя распалась, а Тикаль и конкурировавшие с ним города поглотили джунгли.

Население майя увеличилось с менее 200 тыс. человек в VI в. до н. э. до более миллиона к III в. н. э. Через пятьсот лет, в период расцвета цивилизации майя, численность населения достигла как минимум 3 млн. или даже 6 млн. человек. За последующие два столетия численность населения упала до уровня, не превышающей 500 тыс. Когда Джон Стефенс обнаружил руины городов майя, весь регион казался совершенно безлюдным кроме тех земель, что протянулись вдоль кромки джунглей. Даже в наши дни плотность населения в этом стремительно развивающемся регионе остается ниже той, что была в древние времена. Так что же там произошло?

Сельское хозяйство майя начиналось с так называемого подсечно-огневого земледелия, когда участок в джунглях расчищали каменными топорами от деревьев, которые потом сжигали до начала сезона дождей, когда сеяли кукурузу и бобы. Зола от сожженных деревьев удобряла почву и гарантировала в течение нескольких лет хорошие урожаи, после чего продуктивность тропической почвы, бедной питательными веществами, резко снижалась. Расчищенные участки невозможно было обрабатывать долго – вскоре их приходилось уступать джунглям для восстановления плодородия почвы. Чтобы возделывать несколько полей, требовались огромные площади тропического леса. Как и в древних Греции и Италии, первые свидетельства повсеместной эрозии почв совпадают с появлением новаторских сельскохозяйственных приемов.

Подсечно-огневое земледелие справлялось со своей задачей, пока плотность населения оставалась низкой, а земли было достаточно, чтобы крестьяне могли каждые несколько лет перемещаться со старого поля на новое. По мере того, как посреди джунглей появлялись и росли крупные города, индейцы майя, следуя по стопам своих предков, продолжали расчистку земли, но переложная схема полеводства уже не применялась. Тропические почвы на полуострове Юкатан неглубокие и легко поддаются эрозии. При длительной эксплуатации поля его продуктивность, изначально обеспеченная вырубкой деревьев и их сожжением, быстро падает. Проблема усугублялась отсутствием одомашненных животных, а следовательно и навоза для восстановления почвы. Так же как и в греко-римскую эпоху, растущая потребность в продовольствии и падение продуктивности пашни вынуждали население осваивать все новые и новые маргинальные земли.

После III века до н. э. постоянный прирост населения в регионе заставил крестьян приступить к обработке плохо поддающихся осушению пойменных низин, а также известняковых склонов, покрытых тонким слоем рыхлых почв. Они создавали приподнятые поля на болотах, для чего устраивали целую сеть дренажных каналов, а добытую при их выкапывании землю складировали между ними, чтобы получились посадочные гряды, возвышающиеся над уровнем грунтовых вод. Террасирование начали активно применять в отдельных районах примерно в 250 г. н. э., после чего оно постепенно распространялось по всему ландшафту по мере того, как в течение следующих шести с половиной столетий население продолжало расти и расселяться. С помощью террасирования земледельцы майя обеспечивали себе горизонтальные участки для посева, ослабляли воздействие дождевых стоков и водной эрозии, а также отводили воду на поля. Однако, даже в наиболее значимых районах, таких как Тикаль или Копан, сохранилось мало свидетельств о применении почвозащитных мер. Даже при том что с эрозией боролись, отложение грунтовых масс, смытых с окрестных склонов, наносило урон земледелию, приуроченному к карстовым воронкам водно-болотных угодий.

Керновые пробы донных отложений, взятые в озерах центральной части империи майя, позволяют сделать вывод, что интенсификация сельского хозяйства усугубляла эрозию почв. Темпы формирования донных отложений озер существенно возрастали начиная с 250 г. до н. э. вплоть до IX в. н. э. Почвенная эрозия, конечно, сама по себе не привела империю майя к распаду, однако ее интенсивность достигла своего пика незадолго до крушения этой цивилизации, случившегося примерно в IX в. н. э., когда не стало излишков продовольствия, за счет которых существовала социальная иерархия. Некоторые города майя были заброшены вместе с недостроенными зданиями.

В 90-х гг. XX в. географы, изучавшие на северо-западе Белиза окружавшие города майя небольшие впадины, известные как «bajos», обнаружили, что возделываемые водно-болотные угодья заполнялись грунтом, эродировавшим с окружающих склонов после того, как на них вырубали леса. На юге Юкатана повсеместно встречаются понижения рельефа, где естественным образом формировались заболоченные угодья, которые в период расцвета своей цивилизации индейцы майя интенсивно обрабатывали. В вырытых шурфах обнаружилась почва, относящаяся к эпохе до появления майя: она была погребена под слоем грязи толщиной от двух с половиной до шести футов, эродировавшего с соседних склонов двумя четко различимыми волнами. Первая из них совпала по времени с вырубкой лесов в период переселения крестьян–первопроходцев из долины на склоны окрестных холмов. Вторая волна пришлась на период интенсификации земледелия непосредственно накануне заката цивилизации майя, после которого почва начала восстанавливаться по мере поглощения полей и болот лесом.

Исследователи также обнаружили свидетельства того, что эрозия усилилась в результате активной рубки лесов на наклонных поверхностях низин, заселенных народом майя. В тех местах, где сооруженные индейцами майя террасы сохранились, они сумели удержать в три–четыре раза больше почвы, чем соседние распаханые склоны. Благодаря развитию

почвоохранных методов земельные площади в самом сердце империи майя могли обеспечивать многочисленное население продовольствием, однако дальнейшее их расширение зависело от интенсивного освоения склонов, подверженных эрозии, и водно-болотных угодий, беззащитных перед наносами. В итоге цивилизация майя достигла той точки, когда масштабы сельскохозяйственного производства уже не могли обеспечить население продовольствием.

В наши дни вырубка лесов в департаменте Петен дает старт очередному этапу эрозионного цикла после тысячелетнего периода почвообразования. С начала 80-х гг. XX в. безземельные крестьяне превратили значительную часть лесов региона в традиционные для индейцев майя небольшие обрабатываемые поля (*milpas*). Двадцатикратный рост численности населения в период с 1964 по 1997 г. превратил местность с почти нетронутым лесным покровом в практически безлесные пространства.

На большинстве склонов региона почвенный профиль представлял собой органический горизонт над тонкой прослойкой минерального грунта, непосредственно под которой находилась слабывыветренная известняковая материнская порода. Исследование показало, что на склонах, покрытым последним в регионе девственным лесом, почва уходит в глубину на десять, а то и двадцать дюймов, в то время как современные поля уже лишились пахотного слоя толщиной от трех до семи дюймов – то есть большей части горизонтов *O* и *A*. В некоторых местах интенсивная почвенная эрозия, спровоцированная расчисткой и обработкой нынешних склонов, уже привела к полному исчезновению почвы и обнажению скальных пород. Другое исследование эрозионных процессов, начавшихся уже в наши дни из-за вырубки лесов в центральном Белизе, выявило, что от одного до четырех дюймов верхнего слоя почвы теряется в ходе одного десятилетнего цикла лесорасчисток, призванных освободить площади под посевы кукурузы и кассавы, когда после двух–трех лет вспашки поля год лежат под паром. Чтобы почва исчезла полностью, потребуются всего четыре таких цикла. Особенно поражает пример северных областей

полуострова Юкатан: около восьми дюймов почвы с возвышенностей, окружающих карстовую воронку Агуада Католина, эродировало до скальной породы всего за десять лет после возобновления пахотного земледелия. В другом похожем случае ученые, изучавшие в департаменте Петен эрозионные процессы эпохи майя, заметили, что эрозия уничтожала почвенный покров на свежерасчищенных склонах до самой коренной породы меньше чем за десятилетие.

Скорость почвообразования в джунглях Центральной Америки намного ниже, чем темпы эрозии сельскохозяйственных земель эпохи майя. Выветривание известняковой коренной породы протекает по региону со скоростью от полдюйма до пяти дюймов за тысячелетие. Почвенный слой в среднем трехдюймовой толщины, который покрыл архитектурные сооружения эпохи майя, покинутые еще тысячу лет назад, говорит о том, что скорость почвообразования примерно совпадала со скоростью геологической эрозии. Тем не менее, оба этих процесса протекали в сотню раз медленнее, чем эрозия почвы на распаханых склонах.

Земли в центре империи майя – не единственное место, где почва определяла судьбу аборигенных цивилизаций Америки. Почвы Мексики могут поведать аналогичную историю о том, как эрозия крутых склонов губительно сказывалась на сельском хозяйстве.

В конце 40-х гг. XX в. профессор Калифорнийского университета в Беркли Шерберн Кук, объезжая Мексиканское плато, пришел к выводу, что в тех районах, которые до испанского завоевания обеспечивали пищей самое многочисленное население, земля была в наилучшем состоянии. Глубокая почва и дерн невозделанных земель радовали глаз на фоне усеченных почвенных профилей, обнажившихся скальных пород на склонах, богатого артефактами массива низинных отложений, образованных склоновой эрозией почв – всего того, что характеризовало более населенные районы. Кук обнаружил свидетельства двух всплесков эрозии – древнего, лишившего склоны их почвенного покрова, и более позднего, изрезавшего

пойменные низменности глубокими оврагами. «По всей видимости, плато когда-то целиком расчистили под пашню, затем забросили, оно поросло молодым лесом, и в конце концов нижняя его часть снова была расчищена»¹⁴. Посетившее Кука озарение не помогло прояснить хронологию таких циклов, и она оставалась неопределенной до тех пор, пока в 50-х гг. XX в. не разработали методику радиоуглеродного датирования.

Анализ кернов из отложений в озере Пацкуаро, находящемся к востоку от Мехико в штате Мичоакан, выявил три отчетливых всплеска интенсивной почвенной эрозии. Первая ее волна сопровождала повсеместную расчистку земель, имевшую место примерно 3500 лет назад вскоре после того, как начали выращивать кукурузу. Второе проявление мощной эрозии относится к поздней предклассической эпохе майя, которая приходится на период с середины I тысячелетия до н. э. по VIII в. н. э. Третий всплеск эрозии достиг своего апогея непосредственно перед испанским завоеванием, когда вокруг озера проживало до ста тысяч человек. Несмотря на внедрение плуга, эрозия почв пошла на спад в связи с тем, что после прибытия Кортеса в 1521 г. эпидемии начали выкашивать население региона.

Точно так же, как в случае с Древней Грецией и Средиземноморьем, эрозионные циклы в разных частях центральной Мексики не совпадали по срокам, поэтому изменение климата здесь ни при чем. Например, на землях между Пуэблой и Тласкалой в самом центре Мексиканского нагорья ускорение темпов склоновой эрозии почвы, приблизительно датированное 700 г. до н. э., совпало с процессом стремительного распространения оседлых поселений. За периодом почвообразования и культурной стагнации, начавшимся около 100 г. н. э., последовали новый всплеск эрозии и очередная волна расселения индейских общин перед испанским завоеванием. Геоархеологические изыскания на горных склонах региона показали, что вектор процесса превращения пашни в заброшенные земли из-за эрозии был направлен от вершин к подножию, что очень напоминает древнегреческую ситуацию.

Как и в случае с bajos в джунглях империи майя, раскопы, сделанные в донных отложениях болотистой долины верхнего течения Лермы в центральной Мексике, также свидетельствуют об усилении почвенной эрозии на окружающих склонах начиная примерно с 1100 г. до н. э. Впоследствии эрозия почв вновь усилилась в период распространения поселений в позднеклассический и ранний постклассический периоды около 600 г. н. э. В ходе своей поездки, предпринятой 1400 лет спустя, Кук выяснил, что самая истощенная почва встречалась в тех областях, где плотность населения перед испанским завоеванием была наиболее высокой.

Почвы в мексиканской «колыбели кукурузы» в долине Теуакан примерно в сотне миль на юго-восток от Мехико также несут свидетельства интенсивной эрозии в доколумбовую эпоху. Полевые исследования почвы в окрестностях города Мезонтла в начале 90-х гг. XX в. выявили беспрецедентные различия между возделываемыми и нераспаханными землями. Склоны гор, подвергавшиеся интенсивной обработке, сильно пострадали от эрозии – на выветренной скальной породе оставался лишь тонкий слой грунта. Обнажившиеся остатки подпочвы на поверхности земли свидетельствуют об эрозии пахотных угодий: сегодня их скудный почвенный покров состоит по большей части из разрушенной материнской породы. Наоборот, в районах, где почти не отмечено следов сельскохозяйственной обработки земли в прошедшие времена, толщина пласта хорошо сформировавшейся почвы, покрывающего выветренные скальные породы, составляет полтора фута. Существенная разница в глубине почвенного слоя между долго обрабатывавшимися и нераспаханными землями позволяет предположить, что пашня просто утратила эти полтора фута грунта.

Примерно 1300–1700 лет тому назад распространение земледелия из орошаемых долин вверх по окрестным склонам не только помогло обеспечить растущее население продовольствием, но и дало толчок повсеместной эрозии почв, которая до сих пор лишает этот регион шансов выйти из нищеты. Сегодня сельскохозяйственная эксплуатация земли на склонах

региона способна удовлетворить лишь четвертую часть потребностей небольшого городка в кукурузе и бобах. Жители Мецонтлы заняты производством керамических изделий ручной работы или работают по найму в других городах. В этом районе с полуаридным климатом, где почвы формируются не спеша, из всех проблем окружающей среды местных жителей больше всего волнует доступ к источникам топливной древесины для домашнего очага и обжига керамики. Почва с их полей исчезала такими медленными темпами, что они пока еще даже не осознали факт ее отсутствия.

Из-за эрозии, вызванной сельскохозяйственной деятельностью, были заброшены и земли на юге Центральной Америки. Пыльца, обнаруженная в длинном образце керна со дна небольшого озера рядом с вулканом Ла-Егуада в центральной Панаме, свидетельствует о том, что подсечно-огневое земледелие уничтожило дождевые леса в период, начавшийся семь тысяч лет назад и длившийся три тысячелетия.

Археологические находки, относящиеся к этому периоду, указывают на значительный рост численности населения, сопровождавший процесс хищнической расчистки лесов под пашню на водоразделе озера. К началу христианской эры ускоренная эрозия в предгорьях и на возвышенностях привела к тому, что обрабатываемые земли водораздела были заброшены. Когда лесовосстановление происходит медленно, это означает, что почва истощена, поэтому более поздние земледельческие поселения сосредоточились вдоль ранее незаселенных речных пойм и прибрежных долин. Самые верхние слои в длинном образце керна из отложений свидетельствуют, что формирование первозданных дождевых лесов на самом деле относится ко времени испанского завоевания, когда коренное население региона вновь сильно сократилось, теперь уже по причине эпидемий.

Живописные развалины юго-востока Америки в заповедниках Меса-Верде, Чако и Каньон-де-Шей, заброшенные задолго до их открытия евроамериканцами, долгое время вызвали неподдельный интерес у археологов. Между 1250 и 1400 г.

н. э. на юго-востоке исчезла местная культура пуэбло. Пытаясь объяснить этот феномен, приводили такие стереотипные причины, как война, эпидемия, засуха и вырубка лесов.

Пыльца, добытая с разной глубины в пойменных отложениях, свидетельствует, что фитоценоз в каньоне Чако на протяжении тысячелетий либо оставался неизменным, либо изменялся минимально – вплоть до появления народов пуэбло. Растительные остатки, сохранившиеся в кристаллизованной моче лесных хомяков, наслоившейся на дне пещер, говорят о том, что местная природная растительность была представлена сосново-можжевеловыми лесными массивами, претерпевшими значительные изменения в эпоху пуэбло. Население каньона Чако использовало тысячи стволов желтой сосны для строительства зданий в период между 1000 и 1200 г. н.э., пустив на топливо еще большее, не поддающееся подсчету количество деревьев. В наши дни преобладающая растительность большинства долин – смесь пустынных кустарников и трав. Тем не менее, туристы, огибающие каньон пешком, до сих пор могут встретить древние пни в местах, где сегодня практически нет деревьев.

Сплошь и рядом слышатся доводы в пользу того, что каньон Чако был заброшен по причине засух. Вполне вероятно, что они могли способствовать упадку культуры пуэбло, однако региональные перемены климата в последние тысячелетия находились в пределах области палеоклиматологической изменчивости за прошедшие шесть тысяч лет. Более вероятно, что упадок земледелия народов пуэбло был вызван засолением пашни и эрозией почвы, в то время как рост населения привел к тому, что его жизнеобеспечение попало в зависимость от соседних областей. Эти обстоятельства и предопределили крах сельского хозяйства с наступлением очередной засухи.

Окультуренная кукуруза появилась в каньоне Чако около 1500 г. до н. э. Первоначально ее выращивали у временных водотоков или рядом с пресноводными болотами, но по мере расширения агропроизводства увеличивалась и зависимость от ирригации пойменных земель. Примерно к IX–XI вв. н. э.

богарное земледелие утвердилось на юго-востоке везде, где для этого имелись подходящие условия. Размеры аграрных поселений были разными – от маленьких общин с несколькими десятками жителей до деревень, где проживали сотни человек. Грабеж соседей ради добычи оставался важным средством пополнения рациона питания, особенно во время засух.

Первоначально поселения создавались с расчетом на несколько десятилетий, после чего жители перемещались на новые земли, однако примерно к 1150 г. н. э. уже не осталось неосвоенных пахотных земель, которые можно было бы заселить или освоить под пашню в случае, если на старом месте случался неурожай. Весь ландшафт уже был освоен полностью, кроме разве что пустынь с их переменчивым режимом осадков и неустойчивыми почвами. Как и в Старом Свете столетиями ранее, поселения становились все более оседлыми, а из-за больших вложений в сельскохозяйственную инфраструктуру земледельцы все неохотнее хотя бы раз в несколько лет оставляли поля под паром. Где-то в 1130 г. н. э. или около того начался двухсотлетний период, характеризовавшийся засухами и хаотичным режимом осадков при том, что вся пригодная для обработки земля уже эксплуатировалась. Когда неурожай на маргинальных землях заставил крестьян перебираться обратно в более населенные области, оставшиеся под пашней земли уже не могли обеспечить их пропитанием.

Сравнительный анализ почв древних земледельческих районов и необрабатываемых площадей, проведенный в штате Нью-Мексико и в Перу, показал, что агротехника не всегда подрывает основы общества. Почвы на участке в лесном заповеднике Гила, типичные для доисторических земледельческих районов юго-запада Америки, обрабатывались в 1100–1150 гг. н. э., когда культура пуэбло достигла своего расцвета, но впоследствии были заброшены. Типичные для полей пуэбло пахотные почвы – светлого цвета и содержат на две трети или в половину меньше углерода, азота и фосфора по сравнению с соседними необрабатываемыми почвами. К тому же на возделывавшихся участках имеются вымоины глубиной до трех с

лишним футов, появившиеся в те времена, когда эти участки обрабатывались. Даже сегодня в тех местах, где в древности занимались земледелием, плохо растет трава. Местная растительность не в состоянии заново колонизировать деградировавшие почвы даже теперь, когда минуло восемь веков с тех пор, как их обрабатывали последний раз.

Совершенно иная ситуация сложилась в каньоне Колка в Перу, где современные фермеры до сих пор пользуются древними террасами, которые вот уже более полутора тысяч лет служат для выращивания сельскохозяйственных культур. Как и их предки, местные фермеры для поддержания продуктивности земель применяют междурядный посев разных культур, используют севообороты с включением в ротацию бобовых, оставляют папшню под паром, а также вносят в почву навоз и золу для восстановления плодородия. У них имеется своя хорошо разработанная система классификации почв. Они не проводят вспашку перед посевом, а сеют семена при помощи специального долотообразного инструмента, минимально нарушающего почвенный покров. Несмотря на то что почва на их полях обрабатывалась довольно долгое время, ее горизонт А обычно на фут, а то и на четыре фута толще, чем на профиле соседних необрабатываемых почв. Перуанские пахотные почвы кишат дождевыми червями, а концентрация углерода, азота и фосфора в них выше, чем в природных почвах. В отличие от Нью-Мексико, эти перуанские почвы, обработка которых ведется традиционно падающими способами, кормят людей на протяжении вот уже более полутора тысяч лет.

Столь разное отношение индейцев пуэбло и инков к почве стало еще одной главой в масштабном повествовании о том, как с развитием сельского хозяйства начиналась бесконечная погоня за урожаем, которую подстегивало стремление обеспечить растущее население пищей за счет постоянного наращивания объемов продукции. Иногда тому или иному обществу удавалось каким-то образом решить эту проблему и при этом избежать истощения почвы, однако чаще всего такие попытки проваливались.

Урок, который можно извлечь из исторических параллелей в развитии древних империй Старого и Нового Света, заключается в том, что никакие инновации не способны компенсировать дефицит плодородной почвы в борьбе за сохранение высокой производительности пашни. Пока люди заботятся о своей земле, она может их прокормить. И наоборот, пренебрежительное отношение к таким базовым ценностям, как здоровье почвы, ускоренными темпами приводило к краху одно общество за другим, в то время как суровые последствия эрозии и истощения почвы способствовали экспансии цивилизации западного типа из Месопотамии в Грецию и Рим, а потом и дальше.

Попытки накормить человечество в наши дни часто сопровождаются призывами к культурной революции, новой агротехнической революции или даже к революции политической ради того, чтобы перераспределить землю в пользу фермеров, ведущих натуральное хозяйство. Менее широкую известность получила история о том, как на возрожденные и все еще плодородные поля Западной Европы пришла аграрная революция преиндустриального периода, сменившая многовековую эпоху сельскохозяйственного кризиса, и вызвала к жизни те социальные, культурные и политические силы, которые создали колониальные империи и сформировали мировое сообщество в его нынешнем виде.

ГЛАВА ПЯТАЯ



Пусть едят колонии

Нет ничего нового, кроме забытого старого.

Мария-Антуанетта



ГВАТЕМАЛЬЦЫ ВЫРАЩИВАЮТ ОДИН ИЗ ЛУЧШИХ КОФЕ в мире, но большинство из них не может купить его у себя на родине. Не могут этого сделать и туристы. Когда я был там последний раз, мне приходилось прогонять сонлиofilизированным мексиканским «Nescafe» несмотря на то, что в двух кварталах от моего дома в Сиэтле свежесобжаренный гватемальский кофе в зернах продается мешками. Многим известно, как европейцы создавали империи мирового масштаба, однако не все знают, что заморские экспедиции европейцев, да и вся история Нового Света во многом были обусловлены их отношением к своим почвенным ресурсам. Сегодняшняя ситуация, когда вследствие глобализации сельского хозяйства местную продукцию отправляют за океан, где ее можно выгоднее продать, оставлена нам в наследство эпохой колониализма с ее плантациями, кормившими европейские города.

Как и многие древние аграрные общества, население Европы, столкнувшись с истощением почвы и растущим дефицитом новых площадей для сельскохозяйственного освоения, принялось улучшать свою пахотную землю. Однако, если в Средиземноморье проливные весенне-летние дожди усугубляли эрозию почв на незащищенных полях, то в Западной Европе умеренные летние осадки и зимне-весенний снежный покров сдерживали процесс эрозии даже при распашке сильно эродируемых лёссовых грунтов. Более того, заново открыв для себя щадящие способы обработки земли, западные евро-

пейцы сумели довольно долго оберегать свою почву от деградации и эрозии – по крайней мере, пока не появились колониальные империи с доступными для эксплуатации новыми территориями.

Земледелие пришло в Грецию и на Балканы с Ближнего Востока примерно семь–восемь тысяч лет тому назад. Обосновавшись на центральноевропейских лёссовых землях, легко поддававшихся обработке, оно продолжало распространяться в северном и западном направлении, пока около трех тысяч лет назад не достигло Скандинавии. Приспособив под свои нужды оказавшиеся на его пути лесные почвы Европы, сельское хозяйство развивалось скачкообразно, перемежая взлеты и падения. Такое цикличное развитие было характерно сперва для культур периода неолита и Бронзового века, затем для Железного века и древнеримского общества, и наконец для Средневековья и нового времени, когда колониальные империи принялись безудержно разрабатывать захваченные земли ради того, чтобы потоком слать обратно в Европу продукцию и выручку на прокорм растущего населения европейских городов – порожденного Промышленной революцией нового класса безземельных крестьян.

Первые сельскохозяйственные сообщества появились на пороге Европы в южной Болгарии около 5300 г. до н. э. Поначалу крестьяне выращивали пшеницу и ячмень на небольших полях, окружавших бревенчатые постройки. Аграрная экспансия в маргинальные земли продолжалась примерно две тысячи лет, пока сельскохозяйственный потенциал региона не исчерпал себя, а длительная эксплуатация земли не начала истощать почву. При том, что нет никаких данных о переменах климата, численность местного населения то увеличивалась, то снижалась по мере того, как в регионе возникали все новые земледельческие поселения. Имеющиеся свидетельства повсеместной эрозии во времена позднего неолита говорят о том, что сельское хозяйство перемещалось с небольших участков пахотной земли в поймах рек на сильно эродируемые лесные почвы, типичные для более крутых склонов. Со временем весь

местный ландшафт покрылся небольшими поселениями, насчитывавшими несколько сот жителей, которые возделывали площади в радиусе примерно одной мили от их деревень.

Население этих первых европейских общин медленно росло, а затем начало резко снижаться, да так, что селения обезлюдели на целых пятьсот или даже тысячу лет – до первых следов появления культур Бронзового века. Эта динамика предполагает фундаментальную закономерность сельскохозяйственного развития, когда процветание ведет к увеличению жизнеобеспечивающего потенциала земли, позволяющего населению расти за счет уже имеющихся земельных ресурсов. После того, как под воздействием человеческого фактора почвы маргинальных земель эродировать, численность населения стремительно сокращается до тех пор, пока при низкой плотности населения почва не восстановится.

Такой цикл, действующий по принципу «американских горок», характеризует взаимозависимость между населением и производством продовольствия у многих культур и в разных контекстах, поскольку сельскохозяйственный потенциал земли не является постоянной величиной – производство продовольствия зависит и от технологий, и от состояния почвы. Прогрессивные агротехнические приемы могут обеспечить жизнь большего количества людей силами меньшего числа земледельцев, однако именно здоровье почвы определяет, сколько народа может прокормить земля. Если в пойменные долины питательные вещества поступают постоянно благодаря периодическим паводкам, то львиная доля других земель не в состоянии все время давать высокие урожаи без интенсивной подкормки удобрениями. Поэтому, как только общество начинает зависеть от плодородности земли на возвышенностях, оно встает перед выбором: либо в каждый конкретный момент времени возделывать лишь малую часть своей земельной базы, либо расширять площади под распашку, либо продолжать изобретать новые способы противодействия истощающим почву процессам, либо ввергнуть сельское хозяйство в упадок из-за снижения плодородия почвы или постепенной утраты самого почвенного слоя.

По мере распространения земледелия на север и запад Европы люди начали расчищать от древних лесных деревьев небольшие участки, которые непрерывно возделывали в течение лишь нескольких лет. Зола от сожженной растительности удобряла только что расчищенные пашни, помогая на первых порах обеспечивать стабильные урожаи, пока плодородие почвы не снижалось настолько, что становилось проще перебраться на новое место. Практика оставления истощенных полей периодически позволяла невозделываемой земле возрождать растительный покров — сначала появлялась трава, потом кустарники, и в конце концов вновь подрастал лес. Такой порядок, когда земля несколько лет обрабатывалась, а потом десятилетиями лежала под паром, в то время как повторное облесение постепенно восстанавливало почву, давал возможность спустя десятки лет вновь расчищать и засеивать землю.

Озерные отложения, пойменные наносы и почвы позволяют проследить послеледниковую эволюцию европейского ландшафта. В период с 7000 до 5500 г. до н. э. стабильные условия окружающей среды оставили мало следов человеческой деятельности. Пыльца, сохранившаяся в донных отложениях озер, свидетельствует о том, что по мере распространения сельского хозяйства с Балканского полуострова на север континента земледельцы неолита расчищали участки в густых лесных массивах. Судя по пыльце зерновых, найденной в почвенных профилях и пробах донных осадков, эти культуры возделывались в Центральной Европе примерно в середине VI в. до н. э. Пробы осадков, взятые с озерного дна, стали первым неоспоримым свидетельством серьезного воздействия человеческого фактора на центральноевропейский ландшафт с учетом того, что солидные объемы древесного угля и повышенное оседание наносов — подтверждение ускорившейся почвенной эрозии — совпали с данными по пыльце, говорящими о том, что повсеместная вырубка леса и возделывание зерновых датируются примерно 4300 годом до н. э., когда послеледниковые температуры в Европе достигли максимума.

Земледельцы уже появились, а Европа все еще была дикой. По берегам Темзы и Рейна обитали львы и гиппопотамы. Пока

разрозненные группировки людей промышляли в окрестностях европейских озер, рек и морских берегов, под кронами огромных дубов, вязов и буков, стабилизовавших покрытые лёссом склоны, формировалась богатая почва.

Первых земледельцев Германии привлекали лесные почвы, образовавшиеся на илистых наносах, сброшенных ледниковыми ветрами на земли между Рейном и Дунаем. Несколько столетий спустя вторая волна таких же переселенцев нахлынула на северную Европу, заселив ее на всем протяжении от России до Франции. Вскоре земледельцы уже выращивали пшеницу, ячмень, горох и чечевицу на плодородных лёссовых почвах региона. Там, где не было лёсса, процветали охота и собирательство.

Неолитические земледельцы держали скот и жили по берегам рек и ручьев в просторных длинных домах около своих полей. Дома оставались жилыми в течение десятилетий, пока окружавшие их пашни продолжали возделываться. По мере объединения изолированных длинных домов в маленькие деревушки, земледелие распространялось за пределы лёссовой зоны. Расчищались новые поля, которые оставались в эксплуатации более длительное время. Примерно к 3400 г. до н. э. охота ради выживания ушла в прошлое во всей центральной Европе.

Анализ германских почв показывает, что периоды склоновой почвенной эрозии, вызванной сельскохозяйственной обработкой, сменялись периодами почвообразования, которые ориентировочно длились от пятисот до тысячи лет. Почвенные профили и аллювиальные отложения в лесах Шварцвальда на юге Германии несут информацию о нескольких периодах стремительной эрозии, совпадающих с ростом численности населения. Неолитические артефакты, найденные в усеченных почвенных профилях, рассказывают нам, что эрозия, начавшаяся около 4000 г. до н. э. после прихода земледелия, достигла кульминации к началу II тысячелетия до н. э., когда повсеместно утрачивался почвенный слой. Уменьшающееся количество ископаемой пыли зерновых и развитие почвообразовательных процессов обозначают тысячелетие низкой плотности на-

селения, по окончании которого эрозия достигла своего пика уже в первые столетия нашей эры, то есть в эпоху Древнего Рима. Начался второй цикл, характеризовавшийся упадком сельскохозяйственного производства, почвообразованием и облесением, который продолжался до следующего роста численности населения в Средние Века, положившего начало третьему циклу.

Изучение почв во Фрауэнберге, восходящем к неолиту поселении на юго-востоке Германии, показало, что эрозию почти всего почвенного профиля вызвало земледелие начала Бронзового века. Место раскопок находится на холме высотой триста футов в излучине Дуная; доисторического землепашца оно привлекло сочетанием лёссового грунта и открывавшейся с вершины панорамы окружающей местности. Обнаруженные при раскопках остатки первоначальной почвы говорят о трех четко различимых периодах в жизни поселения: земледельческое хозяйство Бронзового века, римское укрепление и средневековый монастырь. Радиоуглеродное датирование древесного угля, извлеченного из почвенных горизонтов, дает представление о том, что после ухода ледника почва начала формироваться, а эрозия была минимальной – вплоть до того, как сельскохозяйственные приемы Бронзового века обнажили богатую глиной подпочву и привели к эродированию почти всего лёссового покрова. Позже процесс эрозии замедлился, как только на поверхность вышла менее подверженная эрозии подпочва. В настоящее время эта местность покрыта лесом, но ее сельскохозяйственный потенциал по-прежнему невысок.

В результате исследования почв, пойменных земель и озерных отложений в разных уголках Германии выяснилось, что начиная с последнего по времени оледенения человеческий фактор был доминирующим в преобразовании местного ландшафта. Эрозия и населенность совпадали по времени, но не в масштабах всего региона, как ожидалось бы в случае воздействия климатического фактора. В Центральной Европе точно так же, как в Древней Греции и во всем Средиземноморье, цикличность расчистки земли под пашню и последующей

эрозии, связанной с ростом численности населения, вызывала миграцию, депопуляцию и возобновление почвообразования.

Данные обследования усеченных почвенных горизонтов на более чем восьмистах участках, расположенных по склонам вдоль русла Рейна, указывают на то, что сельское хозяйство после распада Римской империи лишило расчищенные от природного леса склоны почвенного слоя толщиной в несколько футов. Начиная с 600 г. н. э. эрозия протекала там примерно в десять раз быстрее, чем до расчистки лесов, а причиной стал эрозионный сток по перепаханным полям, лишенным растительного покрова. Аналогичные обследования почв в Люксембурге свидетельствуют об утрате в среднем двадцати двух дюймов почвенного слоя и ускорении процесса почвопотерь на более 90% территории. Несмотря на повсеместность неолитического земледелия на склонах холмов Центральной Европы, современные сельскохозяйственные угодья региона по большей части сосредоточены в поймах на отложениях переработанной почвы, эродировавшей с окружающих склонов.

Неолитические поселения на юге Франции за редким исключением концентрировались на известняковых плоскогорьях, известных сегодня своими голыми склонами белого цвета, на которых заметны участки маломощного каменистого грунта со скудной растительностью. Когда пришли земледельцы, эти плоские возвышенности были покрыты глубоким слоем бурозема, который гораздо легче поддавался вспашке, чем глинистые пойменные низины. Они уже непригодны для обработки и считаются чем-то вроде медвежьего угла, так что жители окрестностей Монпелье используют окружающие город известняковые плато в основном для выпаса скота. Гавань соседнего Марселя начала заполняться наносами вскоре после того, как в 600 г. до н. э. город был основан греческими колонистами. Заиление гавани возросло тридцатикратно, когда расчистка земель под пашню охватила крутые склоны возвышенностей, окаймлявших новое поселение.

Ранняя вырубка лесов в Британии привела к обширной эрозии почв задолго до римского вторжения: умножавшее-

ся население не спеша избавлялась от древостоя, намереваясь распахать землю на склонах холмов. Во времена римского владычества высокая плотность населения привела к усугублению почвопотерь отчасти из-за того, что плуги стали лучше, а обрабатывали ими ландшафт чаще. Когда с империей было покончено, численность местного населения значительно сократилась. Пройдет почти тысяча лет, прежде чем она вернется на прежний уровень.

Пойменные отложения вдоль течения Риппл-Брука, незначительного притока реки Северн, типичного для низинной Британии, свидетельствуют о серьезном возрастании скорости осадконакопления (следовательно и склоновой эрозии почвы) в конце Бронзового и начале Железного веков. Относительное обилие пыльцы древесных пород в пробах, взятых из пойменных наносов, говорит о том, что ориентировочно 2900–2500 лет тому назад покрытый густым лесом ландшафт был расчищен и интенсивно распахан. Пятикратное увеличение пойменных наносов позволяет утверждать, что склоновая эрозия резко усилилась.

После вырубки лесов в Англии и Уэльсе чистые почвопотери составили в среднем от трех до шести дюймов. Некоторые водосборы утратили до восьми дюймов верхнего слоя почвы. Хотя солидный объем почвопотерь приходится на Бронзовый век и древнеримскую эпоху, в некоторых местах довольно сильная эрозия имела место и в период, последовавший за Средневековьем. Всего через двести лет после того, как прославленный Шервудский лес в Ноттингемшире был вырублен для сельскохозяйственных целей, от природной лесной почвы остался лишь тонкий слой бурого песка на скальном основании. Точно так же, как это случилось в древнем кедровом лесу Ливана, леса Робина Гуда лишились большей части верхнего слоя почвы.

Уже на территории Шотландии было проведено радиоуглеродное датирование пробы донных осадков, взятой в небольшом озере к западу от Абердина. Анализ показал, что окружающие склоны холмов непрерывно эродировали в тече-

ние последних десяти тысяч лет. Скорость аккумуляции отложений в озере, а следовательно и темпы эрозии на окружающих склонах были низкими в течение пяти тысячелетий после оледенения, когда эти склоны были покрыты кустарниками и березняками. Стоило начаться аграрному освоению ландшафта, как скорость аккумуляции наносов возросла в три раза, что подтверждает анализ пыльцы сельскохозяйственных и сорных растений. В следующий за Бронзовым и Железным веками период эрозия заметно уменьшилась и оставалась незначительной почти две тысячи лет, пока на заброшенных по большей части территориях восстанавливалась аборигенная растительность – лишь в новое время темпы эрозии вновь возросли.

Аналогичные пробы, взятые со дна маленьких озер на юге Швеции, тоже дают понять, что слабая эрозия доаграрного периода нарастила темпы после внедрения плуга. Керн из озера Буспёше показывает, что лес стабилизировал ландшафт в период между 7250 и 750 г. до н. э., а после того, как его вырубил, эрозия ускорила. Дальнейшее увеличение темпов эрозии происходило в XVI–XVII вв. в условиях интенсивного сельского хозяйства. Данные анализа керна из озера Хавгардспён говорят о пятидесятилетней истории местной растительности и эрозии почв. Археологические раскопки по берегам озера не обнаружили никаких артефактов Бронзового или Железного века. Донные отложения аккумуляровались в четыре, а то и в десять раз быстрее после того, как около 1100 г. н. э. начали появляться поселения земледельцев. На всем протяжении оледеневших территорий Скандинавии, Шотландии и Ирландии крестьяне не могли обеспечить себя пищей до тех пор, пока после оледенения не прошло достаточно времени, чтобы там смогла сформироваться почва, способная выдержать сельскохозяйственную обработку.

Проще говоря, в доисторической Европе проходила постепенная миграция аграрных народов, приводившая к ускорению эрозии почв, за которой следовал период низкой плотности населения, продолжавшийся либо до римской эпохи, либо до нового времени. Так же как в Греции и Риме, в Центральной

и Западной Европе ранняя расчистка растительности и сельскохозяйственное освоение земель вызвали серьезные эрозийные процессы, после чего численность населения падала, и ситуация со временем возвращалась к норме.

Пока Римская империя разваливалась на части, цивилизационный ее центр сместился к северу. В 300 г. н. э. Диоклетиан перенес столицу из Рима в Милан, перебравшись туда вместе с правительством. Когда Теодорих на руинах Римской империи основал королевство готов в Италии, в качестве новой столицы он выбрал расположенную на севере Верону. Даже при таком раскладе многие поля северной Италии веками лежали под паром вплоть до XI в., когда в рамках программы развития земель их начали возвращать в эксплуатацию. После нескольких столетий упорного труда пахотные угодья северной Италии в большинстве своем снова стали обрабатываться, обеспечивая продовольствием средневековые города, где литература и искусство вступали в эпоху Возрождения.

С восстановлением численности населения интенсивное землепользование в северной Италии увеличило твердый сток рек настолько, что это привлекло внимание самого Леонардо да Винчи и помогло воскресить древнеримское искусство строительства водных путей и регулирования паводков. Активное сельскохозяйственное освоение склонов распространилось в Альпы, в результате чего реку По постигла та же участь, что и Тибр, пострадавший в свое время от последствий древнеримских методов землепользования. В конце концов, по прошествии восьми столетий возобновленной обработки пахотных земель даже на севере Италии почвы не выдержали такой нагрузки. Фашистское правительство Муссолини в 30-е гг. XX в. потратило около полумиллиарда долларов на почвоохранные мероприятия.

В связи с тем, что Рим ввозил большую часть своего зерна из Северной Африки, Египта и Ближнего Востока, он особо не нуждался в почвенных ресурсах долины реки По, Галлии (Франции), Британии и германских провинций. Римское земледелие в западноевропейских провинциях империи в основ-

ном было сосредоточено в речных долинах; склоны возвышенностей, которые обрабатывались еще в Бронзовом веке, по большей части оставались покрытыми лесом вплоть до периода Средневековья. Неслучайно именно эти северные провинции кормили цивилизацию Западной Европы, сформировавшуюся столетия спустя на развалинах Римской империи.

После гибели империи многие римские угодья к северу и западу от Альпийских гор заросли лесом и травой. В XI в. лишь менее одной пятой территории Англии использовалось для сельскохозяйственных целей. При том, что половина этих земель была под пастбищем, а другая половина – под посевами, оставаясь каждый второй год под паром, получалось так, что вспашке подвергали всего около 5% всех площадей. В Средние Века земледельцы ежегодно обрабатывали менее 10% территории современных Германии, Голландии и Бельгии. Даже в самых густонаселенных районах южной Франции каждый год под пашню использовалось не более 15% земли.

В раннем Средневековье окружная власть контролировала конкретную земельную площадь, находящуюся в совместном владении всех жителей селения. Ежегодно каждое подворье получало в свое распоряжение часть этой земли для возделывания, после чего поля вновь становились общинными. Общепринятое правило предписывало вырастить урожай пшеницы, затем засеять поле бобовыми, затем оставить на один сезон под паром. После сбора урожая на поля выпускали скот, который перерабатывал пожнивные остатки в мясо, молоко и навоз.

Профессор Колумбийского университета Владимир Симхович рассматривал структуру средневековых сельских общин как результат адаптации к обработке деградировавших почв. Он заметил, что аналогичный подход к землепользованию и землевладению был характерен для многих старых деревень по всей Европе, где земельные участки отдельных крестьян не огораживались и не обозначались. Амбары, конюшни и огороды всегда располагались рядом с подворьями, а поля разбивались на множество участков, принадлежавших отдельным крестьянам. Каждый земледелец мог иметь в распоряжении

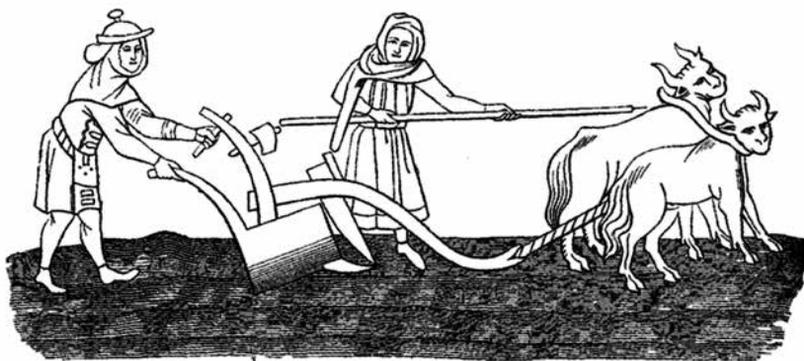


Рисунок 10. Миниатюра из манускрипта начала XVI в., иллюстрирующая среднеанглийскую поэму «Господь, благослови мой плуг» (оригинал хранится в Британском Музее).

десять и более участков на трех различных полях, которые коллективно засеивались пшеницей или рожью, затем овсом, ячменем или бобовыми, после чего их оставляли под паром для выпаса скота.

Симхович доказывал, что неудобный порядок землепользования, в рамках которого земледелец не мог принимать решений по поводу севооборота или способа возделывания собственных полей (они могли находиться на значительном расстоянии друг от друга), получил распространение по всей Европе неспроста. Он сомневался, что эта система просто была оставлена в наследство римскими виллами или навязана феодальными отношениями. Симхович предполагал, что отдельный земледеец не мог себе позволить столько скота, чтобы с его помощью поддерживать плодородие своей пашни, однако принадлежавшее всей деревне поголовье вполне могло удобрять общинные поля, тем самым замедляя процесс их истощения. По мнению Симховича, ввиду того, что земля уже была истощена, кооперация становилась залогом выживания общины – что вступало в противоречие с концепцией «трагедии общинного поля», согласно которой именно коллективное хозяйствование в первую очередь приводит к деградации земли.

Симхович считал, что античные общества, пренебрегая

почвозащитными мерами, пренебрегли своей собственной судьбой. «Отправляйтесь на руины богатых древних цивилизаций в Малую Азию, Северную Африку или в другие места. Посмотрите на безлюдные долины, на погребенные под землей мертвые города... Это всего лишь история заброшенной фермы в многократно увеличенном масштабе. Непрерывная эксплуатация лишила землю гумуса, поэтому она утратила способность вознаграждать человека за труд и обеспечивать его жизнь – в итоге люди просто ее покинули»¹. Введение в европейское сельское хозяйство культуры люцерны и клевера, как настаивал Симхович, помогло восстановить плодородие почв. Отметив, что до XVI–XVII вв. не существовало сенокосных угодий, он предположил, что огораживание общинных полей позволило пустить под пастбище достаточно земли, чтобы увеличить поголовье крупного рогатого скота и овец до того количества, какое требовалось для внесения навоза в почву и последующего увеличения урожая.

Низкую урожайность средневекового земледелия традиционно объясняли нехваткой пастбищных угодий, из-за чего обрабатываемая земля была лишена органики, необходимой ей для поддержания плодородия. До недавнего времени историки по привычке считали это следствием непонимания роли навоза в сохранении плодородия почвы. Теперь же представляется не менее вероятным, что средневековые крестьяне знали, что использование земли под выпас скота восстанавливает плодородие почвы, однако нетерпение и материальная сторона вопроса лишали связанные с этим хлопоты привлекательности в глазах тех, кто постоянно думал только о том, как увеличить урожай этого года.

В течение нескольких столетий агротехнические приемы и практики раннего средневековья лимитировали урожайность, однако с наступлением продолжительного периода благоприятных погодных условий урожаи сельскохозяйственных культур и численность населения начали увеличиваться ускоренными темпами. Этот процесс побудил растущее население Европы возобновить вырубку оставшихся лесов, чем оно основательно

и занялось, тем более что новый крупногабаритный плуг позволял земледельцам обрабатывать не до конца раскорчеванные низины и плотные глиноземы речных долин. С XI по XII в. площадь пахотных земель западной Европы выросла более чем в два раза. Сельскохозяйственная экспансия способствовала росту больших и малых городов, которые постепенно приходили на смену феодальным поместьям и монастырям, становясь краеугольным камнем западной цивилизации. Лучшие почвы Европы были очищены от лесного покрова примерно к 1200 г. н. э. Ближе к концу XIII в. жители новых поселений принялись распахивать маргинальные земли с их бедными почвами и крутым рельефом. Расширение площадей под посевами способствовало дальнейшему росту численности населения. Удвоившись за пару столетий, население Европы к 1300 г. н. э. достигло восьми миллионов.

Там, где почти вся земля была распахана, возникали могущественные города-государства – особенно на плодородных низменностях Бельгии и Голландии, а также на близлежащих территориях. К середине XIV в. крестьяне обрабатывали львиную долю европейских лёссовых почв, стараясь обеспечить продовольствием расцветающие общества и их новый средний класс. Стиснутые к тому времени со всех сторон грозными соседями, фламандские и голландские земледельцы взяли на вооружение севообороты, аналогичные тем, которые используются до сих пор.

Гибельный голод, охвативший Европу в 1315–1317 гг., являет собой драматический пример того ущерба, который могут нанести плохие погодные условия обществу, если его сельскохозяйственная система приблизилась к пределу своих возможностей в плане жизнеобеспечения населения. В 1315 г. все сезоны были избыточно дождливыми. На заболоченных полях погибли на корню яровые посевы. Урожай был собран вполовину меньший, чем обычно, а те сенокосные травосмеси, которые все-таки подросли, были скошены сырыми и сгнили в амбарах. Повсеместный дефицит продовольствия в начале 1316 г. заставил людей использовать в пищу запасы семян, приготовленные для посева на следующий год. Ненастная погода

сохранилась и в летнее время, что снова привело к неурожаю, так что цены на пшеницу выросли втрое. Бедняки не имели средств для покупки еды, а те, у кого эти средства были – даже короли – не всегда могли найти еду, чтобы за нее заплатить. Голодающие крестьяне сбивались в шайки и занимались грабежом. Есть сведения, что в местах, где свирепствовал голод, некоторые жители даже опускались до каннибализма.

Недоедание и голод охватили всю Западную Европу. Население Англии и Уэльса после нормандского завоевания медленно, но верно увеличивалось вплоть до 1348 г., когда пришла Черная смерть. Свою лепту внесли и бедственные голодные времена. В результате численность населения Англии и Уэльса уменьшилось примерно с четырех миллионов в самом начале XIV в. практически до двух миллионов в начале XV в. Население Европы сократилось на четверть.

Когда после пандемии чумы сельская местность обезлюдела, землевладельцы наперегонки старались удержать своих арендаторов, предоставляя им пожизненные или наследственные права на обрабатывавшуюся ими землю за скромную арендную плату. По мере восстановления численности населения произошел последний рывок сельскохозяйственной экспансии, покрывший в начале XVI в. весь ландшафт крестьянскими хозяйствами. Начиная с конца первого десятилетия XVI в. землевладельцы, привлеченные перспективой повышения арендной платы за землю в связи с взвинчиванием ставок, принялись огораживать угодья, которые прежде использовались для общинного выпаса. Окруженные могущественными соседями голландцы, столкнувшись с острой нехваткой пригодных для обработки площадей, начали амбициозную кампанию по отвоевыванию земель у моря.

Антони Фитцджерберт в своей изданной в 1523 г. «Книге межеваний», ставшей первой англоязычной публикацией по сельскому хозяйству, утверждал, что округа поднимет себе цену, если консолидирует права на общинные поля и пастбища, выделив индивидуальные огороженные наделы рядом с каждым фермерским домом. За последующие несколько столетий эта

идея о реорганизации общинных угодий с предоставлением каждому фермеру трех акров земли и одной коровы привела к тому, что сельская местность Англии была поделена на крупные имения, части которых могли быть отданы в аренду фермерам по выгодным расценкам. За исключением работавших на земле крестьян, большинство считало, что приватизация общинной собственности никому не нанесет ущерба, но будет выгодна для всех, потому что производство сельскохозяйственной продукции вырастет.

Бурные XVI и XVII века отмечены тем, что многие сельскохозяйственные земли Англии сменили владельца в ходе военных действий Генриха VIII против католической церкви, во время войн за престолонаследие и в период английской гражданской войны. Ненадежность системы землевладения препятствовала инвестированию в мелиорацию земли. Ко второй половине XVII в. появились поборники переноса на английскую почву фламандской традиции арендного землепользования, когда владелец выплачивал арендатору заранее оговоренную сумму, если четверо незаинтересованных свидетеля, двое из которых назначались землевладельцем, а двое арендатором, единогласно признавали, что по окончании срока аренды почва была улучшена.

Когда Европу накрыл Малый ледниковый период (продлился примерно с 1430 по 1850 г.), пришедший на смену теплому климату Средневековья, продолжительные холода сократили вегетационный период, снизили урожай и уменьшили площадь пахотных земель. Низшие классы, и так из года в год существовавшие на грани выживания, страдали от серьезного дефицита продовольствия после неурожая. Власти контролировали цены на хлеб, регулируя градус социальной напряженности.

Крестьянство мечтало о земельной реформе, что в условиях нестабильности и дефицита стало одной из движущих сил Реформации. Земли в собственности церкви за сотни лет расширились далеко за пределы тех полей, которые расчищали монахи, так как церковь редко расставалась с землей, завещан-

ной ей верующими прихожанами. Вместо этого епископы и аббаты отдавали Божью землю в аренду нуждавшимся в ней бедным крестьянам. К XV в. церковь, которой в некоторых частях континента принадлежало целых четыре пятых земельных ресурсов, стала крупнейшим землевладельцем Европы, обогнав родовую знать. Монархи и их союзники, искавшие пути к захвату церковных владений, использовали повсеместное возмущение арендаторов в своих целях. Народная поддержка Реформации, наряду с обещанием религиозных свобод, была не в меньшей степени обусловлена желанием получить в свое распоряжение землю.

Возрастающий спрос на продукцию сельского хозяйства означал уменьшение площадей под пастбища, дефицит кормов в зимний период и отсутствие достаточного количества навоза для поддержания плодородия почв. В то время как численность населения продолжала расти, интенсивно возделываемая земля быстро теряла продуктивность, заставляя крестьян осваивать под посевы все новые маргинальные земли. Нехватка свободной земли под пашню в числе прочего помогла заново открыть римские агротехнические приемы, такие как севооборот, унавоживание, компостирование.

Возродившийся интерес к царству природы также стимулировал сельскохозяйственные эксперименты. В XVI в. Бернар Палисси доказывал, что зола растительного происхождения может служить хорошим удобрением, поскольку состоит из тех веществ, которые растения забрали из почвы, в связи с чем их повторное использование поможет расти новым растениям. В самом начале XVII в. бельгийский философ Ян Баптиста ван Гельмонт попытался дать ответ на вопрос, из чего сделаны растения – из земли, воздуха, огня или воды. Он пересадил саженец дерева на двести фунтов почвы, обеспечил ему защиту от пыли и выращивал в течение пяти лет, добавляя только воду. Убедившись, что выросшее дерево прибавило в массе 170 фунтов, а почва утратила всего лишь две унции, ван Гельмонт сделал вывод, что дерево развилось из воды – единственной субстанции, которую добавляли в период роста. Ввиду того,

что грунт потерял лишь ничтожную долю массы, накопленной деревом, он исключил возможность участия земли в развитии дерева. Сомневаюсь, что он сколько-нибудь серьезно рассматривал воздух как главный фактор увеличения массы дерева в период роста. Прошло еще несколько столетий, прежде чем люди открыли углекислый газ и пришли к пониманию процесса фотосинтеза.

Тем временем в XVII в., когда весь ландшафт полностью был распахан, обрели популярность «мелиораторы» сельского хозяйства. Низкие холмы и неглубокие долины Нидерландов в большинстве своем покрыты богатыми кварцем песками, плохо приспособленными под сельскохозяйственные цели. Обеспечивая растущее население пищей за счет своих от природы малопродуктивных почв, голландцы начали примешивать в грунт навоз, листья и другие органические отходы. Так как рельеф земли, которую они обрабатывали, был относительно плоским и проблема эрозии остро не стояла, со временем им удалось сформировать темный, богатый органикой почвенный пласт толщиной целых три фута. Им не хватало земли, поэтому они создавали почву. По примеру голландцев датчане улучшили свой песчаный грунт в достаточной степени, чтобы удвоить урожай за счет введения севооборотов, включавших бобовые и применение навоза. Иными словами, они возродили использование ключевых составляющих римской агротехники.

Теории мелиорации почв множились в Англии, где рост численности населения стимулировал нововведения, способные увеличить урожайность сельхозкультур. Агрономы XVII века расширили ассортимент кормовых культур, разработали более сложные севообороты, использовали бобовые для повышения плодородия почвы, вводили больше органических удобрений для поддержания этого плодородия. Кроме того, внедрение фламандской практики выращивания клевера и репы в качестве покровных и зимних кормовых культур изменило соотношение между поголовьем животных и землей, обеспечив поля большим количеством навоза. Мелиораторы пропа-

гандировали использование клевера для восстановления полей и возвращения высоких урожаев: клевер повышал содержание азота в почве непосредственно за счет азотфиксирующей активности клубеньковых бактерий на корнях растений, а в качестве корма для скота способствовал получению навоза.

Зимние холода, дождливые летние сезоны и укороченные периоды вегетации не помешали английскому сельскому хозяйству с 1550 по 1700 г. неуклонно увеличивать выход продукции с акра. Этот процесс получил название «сельскохозяйственная революция йоменов». На заре XVII в. от одной трети до половины пахотных земель в Англии принадлежало йоменам – мелким земледельцам, владеющим землей на правах частой собственности или долгосрочной аренды. В самом начале века фермеры, одержимые идеей повышения плодородия своих полей, начали запахивать в грунт известь, навоз и вообще любые органические отходы, какие только могли найти. Кроме того, они стали отходить от принципа деления земли на пашню и пастбище, засеивая поля в течение четырех–пяти лет, а затем на такой же срок оставляя их под выгон скота, прежде чем вновь вернуться к вспашке. Эта новая практика «чередующегося земледелия» привела к еще большему росту урожаев и побудила многих распахивать пастбищные угодья, прежде находившиеся в общинном пользовании.

Помимо всего прочего, новое поколение мелиораторов впервые опробовало системы осушения и обработки заболоченных территорий. Они экспериментировали с конструкциями плуга и методами повышения плодородия почвы. Землевладельцы из числа родовой знати выступали за огораживание лугопастбищных угодий и выращивание кормовых культур (особенно репы) для обеспечения скота зимними кормами и увеличения запасов навоза. Уверовав в то, что общинное землепользование истощает землю – теперь это называется «трагедией общинного поля» – мелиораторы доказывали, что для увеличения выхода сельскохозяйственной продукции нужно огородить общинные земли, превратив их в крупные поместья. Парламент, где заседали владельцы поместий и юристы, при-

нял законы об огораживании полей, которые веками обрабатывались коллективно. Огораживание привело к повышению урожайности и способствовало невероятному обогащению землевладельцев, в то время как выгороженные таким образом крестьяне, чьи родители питались мясом, сыром и овощами, которые сами же и производили, вынужденно перешли на рацион, состоявший из хлеба и картофеля.

Почвозащитное земледелие стало считаться залогом продуктивного и рентабельного сельского хозяйства. Джервис Маркем, один из первых авторов, писавших о сельском хозяйстве на английском, а не на латыни, описывал почвы как разнообразные смеси глины, песка и гравия. Что касается качества почвы, то оно определяется местным климатом, характеристикой и состоянием почвы, а также местными растениями (культурами). «Это просто глина, песок или гравий в смеси; она может быть полностью хорошей, способной увеличить урожай, либо полностью... бесплодной». Поняв почву, можно понять, что на ней может успешно вырасти, и обеспечить продуктивность своего хозяйства. «Таким образом, обретение истинного знания природы и состояния вашей земли,... позволит не только обеднять и истощать ее,... но и существенно улучшать и облагораживать»².

Предлагая меры для улучшения почв Британии, Маркем рекомендовал выбирать подходящую для данного грунта конструкцию плуга. Он советовал примешивать к почве речной песок и измельченную негашеную известь, после чего применять лучшие из имеющихся органических удобрений – жевательно воловий, коровий или лошадиный навоз. Описывая процедуры мелиорации бесплодных почв, Маркем пропагандировал такую схему: два года подряд поле засеивается пшеницей или рожью, а затем его оставляют на год под паром для выгона овец и унавоживания. После овец на поле в течение нескольких лет выращивают ячмень, на седьмой год засеивают его горохом или фасолью и наконец опять оставляют на несколько лет под выпас. По завершении этого цикла качество почвы значительно улучшится, что позволит и дальше выращивать

зерновые культуры. Ключевым моментом в деле поддержания плодородия почвы было чередование пашни и пастбища на одном и том же участке земли.

Проблема предотвращения эрозионных потерь почвы не привлекала к себе столько внимания, однако была не менее важной. Маркем советовал пахать землю осторожно, чтобы избежать стока воды в эрозионные вымоины. Хорошая почва – это основа хорошего хозяйства, но удержать почву на полях, не приложив к этому усилий, было трудно даже на пологих всхолмьях Англии.

Почти столетие спустя, 29 апреля 1675 г. Джон Ивлин представил свой труд «Рассуждение о земле, перегное и почве» на суд английского Королевского общества по развитию знаний о природе. Касаясь темы, которая, как он опасался, могла показаться собравшимся светилам недостойной, Ивлин предложил членам общества отвлечься от возвышенных дискуссий о происхождении небесных тел и для разнообразия обратить внимание на то, что у них под ногами. Он заклинал аудиторию задуматься о том, каким образом формируется почва и как важно улучшать ее качество во всем королевстве ради долгосрочного процветания нации.

Ивлин описывал пути развития четко различимых пластов верхнего слоя и подпочвы из подстилающей породы. «Самый ценный вид почвы или грунта на поверхности земли... это природная (прошу позволить мне так ее называть) подперноватая земля и все остальное, что обычно следует за ней слоями или пластами до тех пор, пока мы не добираться до бесплодной и непроходимой скальной породы». Из восьми или девяти основных типов почв лучшим является богатая почва верхнего слоя, где смешиваются минеральная и растительная масса.

Начну с того, что обычно первым предстает взору под снятым дерном и что мы будем называть девственной землей, поскольку ее никогда не тревожили лопатой и не добавляли в нее никакой заграничной смеси;... мы увидим, что на наших полях она уходит вглубь примерно на один

фут, иногда больше, иногда меньше, прежде чем проявится явное изменение цвета или качества. Этот поверхностный слой является лучшим и плодороднейшим, ибо обогащен всем, чем могут его оделить воздух, роса, ливни и небесные явления.

Идеальный верхний слой – это обогащенная смесь минеральных и органических веществ, образованная «непрерывным и последовательным гниением травы, растений, листьев, веток, мха... всего, что на ней произрастает»³.

Потчюя аудиторию цитатами из трудов римских ученых–аграриев, Ивлин рассказывал, как улучшить почву с помощью навоза, покровных культур и севооборотов. Как и древние римляне, Ивлин оценивал качество почвы по запаху, на вкус (сладкая или горькая), осязательно (скользящая или зернистая) и визуально (цвет). Он описывал разные виды органических удобрений и их воздействие на плодородие почвы, а также преимущества возделывания бобовых культур для улучшения состояния почвы.

Вслед за Ксенофонтом Ивлин исповедовал принцип: чтобы знать, что сеять, нужно знать почву. Можно понять, что лучше всего выращивать на данной почве, если понаблюдать за естественной растительностью данной местности. «Растения, которые нам известны, питаются веществами, родственными входящим в состав почвы, которая их производит; поэтому чрезвычайно важно усердно изучать азбуку грунтов и удобрений». Так как почвенный покров утолщается по мере того, как упавшие сверху органические материалы смешиваются с разлагающимися нижними породами, для обеспечения хороших урожаев необходимо поддерживать богатый органикой верхний слой почвы в идеальной кондиции для культурных растений. Минеральная подпочва менее продуктивна, однако Ивлин считал, что азотистые соли могут реанимировать даже самую истощенную землю. «Я твердо верю, что если бы селитру... можно было получать в изобилии, нам бы вряд ли понадобилось много других удобрений, что-

бы мелиорировать наши земли»⁴. Значительно опередив свое время, Ивлин предвидел ту ключевую роль, какую сыграют химические удобрения в обеспечении – и наращивании – сельскохозяйственного производства.

К началу XVIII в. мелиорация сельскохозяйственных угодий считалась возможной только путем огораживания и перевода в частную собственность пастбищных земель в том объеме, который позволил бы имеющемуся поголовью скота удобрять возделанные поля. Просто позволить своей корове опорожняться на общинную пашню – не годилось. Потребность в навозе непредумышленно выстраивала продуктивные хозяйства в иерархическую цепочку. Слишком мелкое хозяйство было вынуждено непрерывно обрабатывать землю, тем самым снижая плодородие почвы. Хотя крупнейшие хозяйства в конечном итоге вели дело к исчезновению почвенного покрова как такового, это еще не стало настолько очевидно – тем более что соответствующий опыт Римской империи был к тому времени благополучно забыт. Каждому взятому в отдельности фермеру казалось, что огораживание – это гарантированный способ возмещения тех вложений, которые шли на повышение плодородия хорошо унавоженной земли.

Авторы трудов на сельскохозяйственную тематику соглашались, что залог хорошего урожая – иметь под рукой достаточный запас органического удобрения, то есть поддерживать надлежащую пропорцию между пастбищем и пашней в каждом крестьянском хозяйстве или, что становилось все более актуальным, в каждом поместье. «Пахотное угодье должно быть соразмерно количеству навоза, оставляемого на пастбище, потому что в правильном унавоживании заложено главное преимущество пахотной земли»⁵. Таким образом, взаимная сбалансированность скотоводства и производства зерна вместе с практикой оставления навоза на полях были признаны ключевым фактором повышения сельскохозяйственной продуктивности.

Все же земля не везде была однородной; меры по ее улучшению следовало подгонять под характеристики конкретной по-

The Whole ART
OF
HUSBANDRY;
Or, The Way of
Managing and Improving
OF
LAND.

BEING

A full COLLECTION of what hath been
Writ, either by ancient or modern Authors: With
many Additions of new Experiments and Improve-
ments not treated of by any others.

AS ALSO,

An ACCOUNT of the particular Sorts of
Husbandry used in several *Counties*; with Proposals
for its farther Improvement.

To which is added,

The Country-man's Kalendar, what he is to do
every Month in the Year.

By *J. Mortimer*, Esq; F. R. S.

The Second Edition, Corrected.

LONDON,

Printed by *J. H.* for *H. Mortlock* at the *Phoenix*, and
J. Robinson at the *Golden Lion* in *St. Paul's Church-*
Yard, M DCC VIII.

Рисунок 11. Титульная страница книги «Все искусство земледелия», опубликованной в 1708 г.

чвы. Британские сельскохозяйственные угодья разделялись на три типа: верховые земли, лежащие достаточно высоко, чтобы их не затапливало; низинные земли вдоль рек и заболоченные территории; прибрежные земли, подверженные затоплению морской водой. Все эти категории имели разные слабые места.

На склонах холмов тонкий верхний слой почвы глубиной около фута был главной составляющей успешного земледелия. Такие земли по своей природе предрасположены к эрозии и чувствительны к неправильным агротехническим приемам. В низинах запасы почвы пополнялись за счет склоновой эрозии, образывавшей у подножий холмов мелкозернистые наносы. «Что же до земель, лежащих около рек, то великая их мелиорация случается при затоплении, которое приносит к ним почву с нагорий, так что их и не нужно иначе исправлять, разве только постоянно косить»⁶.

Если обрабатывать землю слишком настойчиво и слишком долго, то ее плодородие снизится. Земля под уклоном особенно уязвима. «Там, где земли лежат на откосах холмов... надобно проявлять осторожность, дабы не перепахать их до истощения»⁷. Уяснив для себя эту зависимость, большинство землевладельцев обязали своих арендаторов оставлять поля под паром через два года на третий или же через год при острой нехватке навоза. Возрождать отработанные поля оказалось очень выгодно – когда огороженной земли было в избытке. Под знаменем мелиорации сельскохозяйственных угодий Парламент неоднократно узаконивал огораживание, приводившее к созданию крупных поместий за счет общинной земли, обогащая поместное дворянство и обрекая крестьян на нищету.

Английские фермеры постепенно наращивали урожай зерна в расчете на один акр, значительно превзойдя по этим показателям средневековый уровень при том, что тогда на посев шло вдвое больше семян, однако урожайность была не выше чем в Древнем Египте на раннем этапе его истории. Традиционно историки объясняют увеличение урожаев в период между Средневековьем и Промышленной революцией включением в севообороты клевера и других азотфиксиру-

ющих растений в XVIII – начале XIX вв. На заре XVIII в. урожаи не так заметно превышали средневековые; это связано с тем, что возросший объем сельскохозяйственной продукции был обусловлен не совершенствованием агротехники, а расширением возделываемых площадей. Урожай пшеницы в расчете на один акр всего на полтора бушеля превосходили средневековый уровень в 10–12 бушелей с акра. Однако к 1810 г. урожаи выросли почти в два раза. К 1860 г. их уровень достиг 25–28 бушелей с одного акра.

Возросшие затраты труда из расчета на один акр пашни подразумевают, что со временем урожаи сельхозкультур выросли. Количество человеко-дней, необходимое для возделывания одного акра пшеницы, увеличилось примерно с двух на рубеже XVI и XVII вв. до двух с половиной в начале XVIII в., а в 1860 г. доросло до чуть более трех. За шестьсот лет – с 1200 по 1800 г. – валовые сборы зерна выросли в два с половиной раза. Так что, несмотря на увеличивающиеся урожаи, десятикратный рост численности населения в первую очередь отражал расширение площадей под пашню.

За тот же период примерно четвертая часть обрабатываемых земель Англии поменяла статус: открытые общинные поля превратились в огороженные поместья. К концу XVIII в. общинные земли практически исчезли из английского ландшафта. Обитатели сельских подворий, всегда выгонявшие корову на общее поле, с исчезновением общинной формы землевладения поняли разницу между независимостью и нищетой. Лишившись источника своего существования, безземельные и безработные крестьяне, чтобы не остаться совсем без пропитания, вынуждены были полагаться на государственные пособия. Оценив экономические последствия преобразований, произошедших в сельской местности Англии, Артур Янг, стоявший во главе Министерства сельского хозяйства, пришел к заключению, что огораживание земель – опасная тенденция, разрушающая систему самообеспечения на селе. Однако огораживание и приватизация последних клочков общиной собственности весьма кстати заставили новый класс безземельных крестьян за-

няться поиском заработка, а растущей промышленности британских городов как раз требовались рабочие руки.

К началу XIX в. британские фермы приняли вид смешанной системы полей и пастбищ. Почти полное отсутствие дискриминации между растениеводством и животноводством обеспечило постоянное обогащение почвы большим количеством навоза, а также покровными культурами, такими как клевер и бобовые.

Рост численности английского народонаселения отражал подъем сельскохозяйственного производства в период между эпидемией чумы и Великой индустриальной революцией. С 1750 по 1850 г. урожаи зерновых и население в Англии удвоились. Поднимал ли рост численности жителей страны спрос на сельскохозяйственную продукцию? Или же увеличение объемов агропроизводства обусловило быстрый рост населения? Независимо от того, какую причинно-следственную связь мы выберем, эти два показателя двигались по восходящей параллельно друг другу.

Тем не менее, по мере увеличения населения Европы рацион питания ее жителей сокращался. При том что почти вся доступная земля обрабатывалась, все больше европейцев жили на овощах, жидкой каше и хлебе. Не было излишков зерна на корм животных в зимний период, позже исчезли общинные угодья, и скоту стало негде пастись, так что мясо осталось на столе только у привилегированных классов. Анонимный памфлет, увидевший свет в Лондоне в 1688 г., объяснял массовую безработицу тем, что Европа «переполнилась народом», и советовал всем эмигрировать в Америку. В начале XIX в. большинство европейцев выживали за счет 2000 калорий в день, а то и меньше – сегодня это примерно средний уровень калорийности рациона в Индии и ниже среднего уровня по Латинской Америке и Северной Африке. Европейские крестьяне, трудившиеся сутки напролет на своих полях, ели меньше, чем бушмены пустыни Калахари, работавшие всего три дня в неделю.

Несмотря на увеличение объемов сельскохозяйственной продукции, цены на продовольствие в XVI–XVII вв. росли и в

Англии, и во Франции. С 1690 по 1710 г. население, выросшее настолько, что прокормить его уже не представлялось возможным, страдало от хронического недоедания. В то время как вся просвещенная Европа жила на грани голода, крестьянские бунты, которые разожгли пожар Французской революции, почти не затронули Британию благодаря крупным поставкам продовольствия из Ирландии.

Физический голод не в меньшей степени, чем имперские амбиции или жажда свободы вероисповедания, подтолкнул Европу в направлении Нового Света. Жители наиболее густонаселенных и дольше всего обрабатывавшихся частей Западной Европы самым агрессивным образом занялись колонизацией Америки, а начали экспансию испанцы. Еще до эпохи Древнего Рима финикийцы и греки заселили восточной побережье Испании, однако иберийское земледелие оставалось примитивным вплоть до того момента, когда римляне начали энергично возделывать земли этого региона. Через несколько столетий после падения Рима вместе с маврами в Испанию пришла интенсивная ирригация. Более пятисот лет мавританские сельскохозяйственные приемы истощали испанскую почву. К XV в. плодородные земли Нового Света манили к себе всех, кто обрабатывал деградировавшие в результате эрозии почвы Испании. Через несколько поколений испанские и португальские фермеры сменили золотоискателей—конкистадоров в качестве главных эмигрантов в Центральную и Южную Америку.

На севере Европы все было иначе: прошло более ста лет после Колумба, прежде чем фермеры потянулись в западном направлении в поисках религиозных и политических свобод — а также пригодной для обработки земли. Английские и французские крестьяне продолжали расчищать и улучшать земельные угодья своих стран. Немецкие крестьяне усердно пахали недавно обретенные церковные земли. До 50-х гг. XIX в. Германия даже не претендовала на заморские колонии. Поток северных европейцев в сторону Америки не набирал полного хода вплоть до конца XIX в. Пока дома еще оставалась плодо-



Рисунок 12. Сельскохозяйственный пейзаж середины XVIII века (Дидро, «Энциклопедия», Париж, 1751–1780).

родная земля, в Америку эмигрировало относительно небольшое количество жителей Северной Европы.

С распространением фермерских хозяйств по континентальной Европе крестьяне перебирались на холмы, создавая тем самым условия для грядущего кризиса, когда эродировавшие склоны уже не смогут обеспечить продовольствием голодающее население. Стоило земледельцам XVIII века начать

расчистку крутых откосов у подножья французских Альп, как участвовавшие из-за этого оползни привели к потерям почвенного слоя и похоронили низинные поля под горами песка и гравия. К концу XVIII в. разрушительные последствия эрозии почв, последовавшей после обезлесения косогоров, прогнали с насиженных мест всех жителей некоторых альпийских районов. За весь период после открытия Колумбом Америки и до Французской революции, по оценкам географа XIX века Жана-Жака-Элизе Реклю, французские Альпы потеряли в результате эрозии от трети до более половины своих пахотных земель. К тому времени крестьяне, стекавшиеся в поисках работы в города, не имели возможности ни производить продовольствие, ни платить за него.

Десятилетие непрекращающегося голода заложило фундамент революционных событий при том, что население Парижа утроилось. По свидетельству епископа Шартре, ситуация в сельской местности была ничуть не лучше: «люди ели траву, словно овцы, и мерли, как мухи». Революционные настроения зрели в длинных очередях в пекарни, продававшие по заоблачным ценам прогорклый хлеб с примесью глины. Яростное недовольство ценами на тот скудный ассортимент, что еще оставался в продаже, а также вера в заговор, препятствовавший попаданию продуктов на рынок, и привели к беспчинствам, которые творила чернь в ключевых эпизодах Французской революции.

Ликвидация принадлежавших аристократии крупных земельных владений развязала руки крестьянам, которые начали самовольно захватывать поросшие лесом земли на возвышенностях. Расчистка крутых склонов вызвала сильнейшие осыпи, лишившие эти возвышенности почвенного покрова и покрывшие пойменные поля песком и камнями. Обширные пространства верхнего Прованса буквально обезлюдели. Между 1842 и 1852 г. площадь обрабатываемых земель в нижних Альпах уменьшилась на треть по причине оползней и почвенной эрозии.

Французский дорожный инженер Александр Сюрель в начале 40-х гг. XIX в. занимался разработкой мер по противодействию оползневым процессам в Верхних Альпах. Он отмечал, что продвижение пахотного земледелия вверх в горы принесло разрушительные последствия. Целые лавины грунта каскадом низвергались с обнажавшихся склонов, погребая под собой поля, деревни и их обитателей. Везде, где леса были вырублены, случались оползни; там, где оставался лесной покров, никаких оползней не наблюдалось. Выстроив в уме связную картину происходившего, Сюрель пришел к заключению, что именно деревья удерживали почву на крутых склонах. «Когда деревья укореняются, их корневая система консолидируется и удерживает почву тысячью своих ответвлений; ветви крон защищают почву, словно навесом, от атак внезапных бурь»⁸.

Осознав взаимосвязь между вырубкой лесов и разрушительными обвалами, Сюрель заявил, что только решительные меры по восстановлению лесного покрова смогут гарантированно помочь населению региона выжить. Распашка крутых склонов была по своей природе недальновидной идеей. «В первые несколько лет после расчистки горной растительности земля приносит превосходные урожаи благодаря оставшемуся после лесорасчисток гумусу. Однако этот драгоценный перегной – настолько же нестойкий, насколько плодоносный – надолго не задерживается на склонах; несколько внезапно обрушившихся ливней рассеивают его; на поверхность сразу же выходит ничем не защищенная почва и, в свою очередь, тоже исчезает»⁹. Лесозащитные и почвозащитные меры зачастую не приносили успеха, поскольку расчистка и посев сулили быструю выгоду, даже несмотря на то, что долго эксплуатировать очищенные от леса склоны было невозможно.

Пока Сюрель ломал голову над тем, как восстановить лесной покров возвышенностей, Джордж Перкинс Марш, служивший американским послом в Италии, ездил по Франции. Наблюдая долговременные последствия расчистки лесов под пашню на кручах и в долинах, Марш заметил, что непригодные для проживания эродированные горные склоны перестали

впитывать дождевую воду, которая быстро устремлялась по поверхности вниз, сбрасывая наносы на низинные поля.

Наблюдательный путешественник, Марш опасался, что Новый Свет повторяет ошибки Старого Света.

Исторические свидетельства не позволяют усомниться в тех разрушительных переменах, которые принесла деятельность человека на откосах Альп, Апеннин, Пиренеев и других горных хребтов Центральной и Южной Европы, причем поступательность физических разрушений была настолько стремительной, что в отдельных местах на глазах одного поколения зародился и завершился этот прискорбный перелом... Можно с уверенностью утверждать, что запустение, подобное тому, которое постигло многие прежде живописные и плодородные регионы Европы, ожидает и значительные территории в Соединенных Штатах и других сравнительно молодых странах, которых европейская цивилизация ныне затягивает в сферу своего влияния¹⁰.

Марш сравнивал виденное в Европе со штатом Нью-Йорк, где верховья реки Гудзон забивались осадочными отложениями по мере того, как фермеры распахивали лесные земли. Он считал, что пологие склоны в районах, где количество осадков на протяжении сезона распределялось равномерно, можно было разумно возделывать на постоянной основе. Под это определение попадали Ирландия, Англия и обширнейший бассейн Миссисипи. Крутые же склоны, наоборот, нельзя было долго обрабатывать, не вызвав серьезную эрозию, особенно там, где проливные дожди или суровые засухи были обычным явлением.

Во Франции процесс обезлесения достиг пика в самом начале XIX века. В 1860 г. маркиз де Мирабо подсчитал, что за предыдущее столетие Франция лишилась половины своих лесов. Инспектор лесонасаждений Жонс де Фонтаньер повторил нелицеприятный прогноз Сюреля по поводу перспектив Верхних Альп. «Землепашцы... будут вынуждены... покинуть

земли, освоенные их пращурами; единственной причиной этому станет разрушение почвы, которая, обеспечив пропитанием так много поколений, шаг за шагом постепенно уступает место бесплодным скальным породам»¹¹.

В 1859 г. французские власти принялись принимать один за другим законы, призванные защитить и восстановить общественные и частные лесные массивы. Тем не менее, расчистка европейских лесов на короткое время ускорило, когда в период Гражданской войны в Америке было вырублено 28 тыс. ореховых деревьев ради того, чтобы обеспечить европейских производителей сырьем для изготовления ружейных прикладов. Невзирая на подобные случаи коммерческого варварства, к 1868 г. почти 200 тыс. акров территории Верхних Альп были возвращены либо под лесопосадки, либо под лугопастбищные угодья.

Объезжая южную Францию в канун Второй мировой войны, Уолтер Лаудермилк обратил внимание на то, что интенсивное земледелие развивалась как на крутых горных склонах, так и в низинных землях. Некоторые фермеры обустроивали склоновые террасы наподобие тех, которые сооружали древние финикийцы. Лаудермилк изумлялся, как фермеры на востоке Франции, где террасирование не прижилось, извлекали грунт из вырытой на нижней границе поля канавы, грузили его в повозку, везли вверх по склону и опрокидывали в канаву на самом верху поля. Сотни лет тому назад, когда зародилась подобная практика, крестьяне знали о том, что они нарушили баланс между почвообразованием и эрозией, и понимали, что последствия этого дисбаланса унаследуют будущие поколения земледельцев. Они, видимо, и не подозревали, насколько их осведомленность о природе почв опережала теории европейских ученых – выходцев из привилегированных слоев общества.

На собрании Эдинбургского геологического общества, состоявшемся 5 мая 1887 г., вице-президент Джеймс Мелвин зачитал выдержки из неопубликованной рукописи шотландца Джеймса Хаттона, отца современной геологии. Этот некогда утраченный и вновь обретенный труд позволил познакомиться

с концептуальными геологическими догадками Хаттона, сделанными в ходе возделывания земли, наблюдений и анализа связей между растительностью, почвой и подстилающими породами. В частности, Мелвин высоко оценил параллели между рассуждениями Хаттона столетней давности и недавно опубликованной книгой Дарвина о червях.

Хаттон видел в почве источник всей жизни, где черви смешивают останки мертвых животных с упавшей листвой и минеральными веществами, формируя плодородную массу. По его мнению, почвы на склонах возвышенностей формируются из подстилающих пород, в то время как почвы пойменных низин образованы грязью, намытой с верховий рек. Почва представляет собой смесь поднявшейся снизу разрушенной породы и пришедшей сверху органической массы; состав этой смеси уникален для каждого сочетания коренной породы с растительными сообществами. Леса, как правило, образуют мелкозернистый грунт. «[Лес] обеспечивает жизнедеятельность множества животных, которые умирают и возвращаются в почву; во-вторых, он ежегодно сбрасывает массу листвы, которая тоже вносит определенный вклад в плодородие земли; наконец, почвенный слой, обогащенный разложением животной и растительной материи, кормит червей... проникающих сквозь почву и по мере размножения поддерживающих ее плодородность»¹². Предвосхищая Дарвина, раскрывшего роль червей в формировании плодородной почвы, Хаттон также осознавал вклад растительности в характеристики почвогрунта. Геолог-прогнозист, он представлял почву как живой мост между скальной породой и жизнью, залогом которой служили органические вещества, возвращаемые в почву.

В самом конце XVIII в., задолго до того, как Мелвин обнаружил его рукопись, Хаттон полемизировал со швейцарским эмигрантом Жаном-Андре де Люком по поводу роли эрозии в формировании ландшафтов. Де Люк считал, что эрозия прекращается, как только земля покрывается растительностью, которая своевременно замораживает конфигурацию ландшафта. Спорный вопрос заключался в том, является ли



Рисунок 13. Французские фермеры грузят землю из канавы у нижнего края поля на повозку, чтобы вернуть ее на самый верх склона. Конец 30-х гг. XX в. (Лаудермилк, 1953, с. 22, рис. 12).

топография окончательно застывшим геологическим наследием Ноева потопа. Хаттон подвергал сомнению точку зрения де Люка, указывая на мутную воду выходящих из берегов рек как на доказательство того, что эрозия неустанно подтачивает горы. «Посмотрите на реки при паводках: если их течение несет чистые воды, то этот философ [де Люк] рассудил правильно, а я не смог его опровергнуть. В половодье наши самые чистые реки полны грязи. Поэтому основополагающие причины деградации гор никогда не прекращают действовать, пока есть бегущие с вершин речные потоки; тем не менее, по мере снижения высоты горных массивов процесс их сглаживания замедляется все больше и больше»¹³. Другими словами, крутые склоны эродируют быстрее, но это не значит, что эрозия всей территории может остановиться.

Спустя несколько лет ученик Хаттона, геолог и математик Джон Плейфэр, описал, как выветривание создает новую поч-

ву примерно с той же скоростью, с какой эрозия ее уничтожает. Топографию он рассматривал как результат непрерывных боевых действий между водой и скальной породой. «Вода – по-видимому, самый лютый враг цельных и твердых тел; во всех своих состояниях – от прозрачного пара до крепкого льда, крошечного ручейка до полноводнейшей реки – она атакует все, что поднялось над уровнем моря, и безостановочно трудится, чтобы ввергнуть все это обратно в пучину»¹⁴. Приняв хаттоновскую радикальную концепцию геологического времени, Плейфэр разобрался в том, как эрозия постепенно разрушала землю, осмелившуюся появиться над морской поверхностью. И все-таки, несмотря на эту вечную битву, земля продолжала сохранять почвенный покров.

Почва, таким образом, приращивается за счет других источников, ... и такое приращение, очевидно, нельзя объяснить ничем иным, как постоянным и неспешным разрушением скальных пород. Вследствие этого постоянство покрывающего поверхность почвы слоя гумуса, питающего растения, служит наглядным доказательством непрекращающегося разрушения подстилающей породы, и мы не можем не восхититься той сноровкой, с какой множество химических и механических факторов, участвующих в этом сложном процессе, действуют во имя того, чтобы в точности уравновесить наращивание почвы и ее убыль¹⁵.

Толщина почвенного слоя оставалась все время однородной даже несмотря на то, что эрозия не прекращала своего воздействия на ландшафт.

Примерно тогда же, когда Хаттон и Плейфэр пытались убедить ученых общества Европы в динамической природе почвы в масштабах геологического времени, кипели параллельные споры о рычагах, способных воздействовать на численность и стабильность человеческих популяций. Европейцы начали ставить под сомнение справедливость утверждения о том, что более многочисленное население

обеспечивает более высокий уровень благосостояния общества. По мере того как население континента продолжало увеличиваться, ограничивающие его рост механизмы перестали быть чисто умозрительной абстракцией.

Преподобный Томас Мальтус в 1798 г. опубликовал свой «Очерк о законе народонаселения», где предложил пользующуюся зловещей славой теорию о том, что человеческим популяциям свойственна цикличность подъемов и спадов. Профессор политэкономии в Хейлиберийском колледже, Мальтус утверждал, что растущие в геометрической прогрессии популяции делают это быстрее, чем их продовольственные резервы. По его мнению, увеличение численности населения ввергает человечество в оковы бесконечного цикла, когда прирост количества людей неизменно обгоняет способность земли их прокормить. Восстановление баланса происходит за счет голода и болезней. Британский экономист Давид Рикардо модифицировал идеи Мальтуса своей концепцией, которая заключалась в том, что население растет до тех пор, пока не достигнет равновесия с объемами производимого продовольствия, определяемыми количеством доступной для обработки земли и уровнем развития технологий. Другие, как например маркиз де Кондорсе, утверждали, что инновации мотивированы необходимостью и что сельское хозяйство может преодолеть отставание от численности населения с помощью технологических прорывов.

Провокационный очерк Мальтуса не учитывал, что инновации способны повысить урожайность, а также что рост производства продовольствия ведет к умножению количества ртов, которые нужно кормить. Эти недоработки заставили многих усомниться в учении Мальтуса, рассматривавшего производство продовольствия и спрос на него в качестве независимых факторов. Кроме того, он проигнорировал то время, которое потребуется для того, чтобы ускоренная сельскохозяйственной деятельностью эрозия лишила ландшафт верхнего слоя почвы, или же для того, чтобы интенсивная обработка почвы истощила ее плодородие. Несмотря на то что подобные воззрения казались все более наивными по мере роста населения Англии,

политические интересы, стремившиеся рационализировать эксплуатацию народившегося рабочего класса Европы, взяли их на вооружение.

Идеи Мальтуса бросили вызов распространенным концепциям человеческого воздействия на природу вообще и на почву в частности. В своем «Исследовании о политической справедливости», опубликованном за пять лет до очерка Мальтуса, Уильям Годвин подытожил вошедшие в моду взгляды того времени о неизбежно прогрессивном характере господства человека над природой. «Три четверти обитаемых земель на земном шаре еще не освоено. Модернизацию, которая ожидает сельское хозяйство, и прирост, который способна дать земля в плане продуктивности, на данном этапе просто невозможно сколько-нибудь точно спрогнозировать. Пройдут мириады веков, на протяжении которых население будет увеличиваться, а земля все еще продолжит служить для жизнеобеспечения своих обитателей»¹⁶. С точки зрения Годвина, научный прогресс обещает бесконечное процветание и непрерывный рост материального благосостояния. Основные принципы мальтузианского пессимизма и годвиннианского оптимизма до сих пор присутствуют в спорах о взаимоотношениях между численностью населения, сельскохозяйственными технологиями и политическими системами.

Увидевшие свет на заре Великой индустриальной революции идеи Мальтуса были приняты в тех кругах, которые возлагали вину за нищету на самих нищих, не рассматривая ее как побочный эффект огораживания земель и промышленного развития. Концепция мальтузианства, если рассматривать ее нарицательную ценность, снимала с тех, кто находится на вершине экономической пирамиды, ответственность за тех, кто оказался в самом низу. Предложенные Годвином идеи материального прогресса привлекали участников движений за упразднение прав частной собственности. Естественно, теория Мальтуса больше нравилась Парламенту, где заседали богатые землевладельцы.

Пока интеллектуалы дискутировали о возможностях земли в плане жизнеобеспечения, классы трудящихся продолжали существовать впроголодь. Зависимость от неурожаев никуда не делась и в XIX веке, когда европейское сельское хозяйство едва поспевало за быстро растущими городами. Высокие цены на зерно в период Наполеоновских войн еще больше ускорили процесс огораживания по всей Британии. Затем, в 1815 г. после извержения индонезийского вулкана Тамбора наступило самое холодное за все время наблюдений лето, которое привело к катастрофическому неурожаю сельскохозяйственных культур. Продовольственные бунты в Англии и Франции распространились по всему континенту, когда голодные рабочие столкнулись с непомерно взлетевшими ценами на хлеб. Стоимость буханки хлеба оставалась главным пунктом на повестке дня протестующего рабочего класса по мере того, как беспорядки среди беднейших слоев горожан порождали радикалов и революционеров.

Картофельная гниль, привнесенная из Америки в 1844–1845 гг., продемонстрировала, насколько ненадежным стало производство продовольствия. Когда грибок *Phytophthora infestans* летом 1845 г. уничтожил весь урожай картофеля в Ирландии и повлек за собой неурожай следующего года, бедным жителям страны – тем, кто не мог позволить себе купить еды по рыночным ценам у безразличного к их нуждам британского правительства – буквально было нечего есть. Это стало катастрофой для полностью зависящего от картофеля населения Ирландии. Около миллиона ирландцев умерло от голода и связанных с ним болезней. Еще миллион из-за голода эмигрировал из страны. В следующие пятьдесят лет страну покинули еще три миллиона жителей – многие из них осели в Америке. К 1900 г. численность населения Ирландии лишь немного превышало половину уровня 40-х гг. XIX в. Почему же ирландцы попали в такую зависимость от одной-единственной культуры, тем более что она была завезена к ним из Южной Америки всего сто лет назад?

На первый взгляд ответ на этот вопрос подтверждает теорию Мальтуса. Между 1500 и 1846 г. население Ирландии возросло десятикратно, достигнув восьми с половиной миллиона человек. По мере роста его численности средняя площадь находящегося в собственности участка земли снизилась примерно до 0,2 гектара (половины акра). Прокормить семью владелец такого клочка земли мог только за счет выращивания картофеля. В 1840 г. добрая половина жителей Ирландии питалась практически одной картошкой. Более ста лет интенсивного возделывания картофеля почти на всех имеющихся землях привели к тому, что ирландцы выживали на грани голода даже в благоприятные годы. Однако более пристальному взгляду на эти события откроется нечто большее, чем простая история о том, как картофелеводство не справилось с обеспечением растущего населения пищей.

Роль картофеля как основной культуры выросла, пока ирландское сельское хозяйство все больше и больше работало на экспорт всей остальной продукции в Британию и ее карибские колонии. В 1649 г. войска Оливера Кромвеля вторглись в Ирландию с намерением разделить страну на плантации, чтобы землей оплатить долг тем спекулянтам, которые снабжали деньгами английский Парламент в период Гражданской войны. Новые лендлорды Ирландии почуяли возможность получить барыши от поставок провианта на карибские сахарные и табачные плантации. Позже растущий спрос на продовольствие в переживавших процесс индустриализации британских городах направил ирландский экспорт на территориально более близкие рынки. Если в 1760 г. ирландская говядина почти не вывозилась в Британию, то к 1800 г. четыре из пяти ирландских коров, предназначенных для продажи, заканчивали свой жизненный путь на столах британцев. Рост численности населения британских городов создавал серьезный спрос на продовольствие, который ирландские лендлорды были только рады удовлетворять. Даже после официального воссоединения с Англией в 1801 г. Ирландия продолжала играть роль аграрной колонии.

Пока землю переводили на рельсы обеспечения экспорта, картофель становился основным продуктом питания сельских жителей Ирландии. Чтобы использовать лучшие уголья страны под коммерческие культуры, лендлорды вынуждали крестьян перебираться на маргинальные земли, где вообще было трудно что-либо вырастить, кроме картофеля. Адам Смит в своем «Исследовании о природе и причинах богатства народов» выступил в защиту картофеля как средства увеличения прибыли землевладельцев, предположив, что арендаторы сумеют выжить и на меньших участках земли, если будут выращивать только один картофель. К 1805 г. ирландцы уже почти не ели мяса. Поскольку производимая в стране говядина, свинина и другие продукты на их основе вывозились в Британию, неурожай картофеля привел к тому, что бедным ирландцам стало просто нечем питаться.

Никакой помощи по борьбе с голодом страна не получила. Напротив, экспорт ирландской продукции в Англию увеличился. Британская армия помогала реализовывать контрактные обязательства лендлордов, когда на пике голода в 1846 г. те отправили в Англию полмиллиона ирландских свиней. Такая политика целесообразности не была чем-то выходящим за рамки общепринятого. Голодные года в Европе неоднократно отличались тем, что доступные продовольственные резервы превышали потребности голодающих крестьян, не имевших запаса прочности на случай неурожая на своих полях. Жившие натуральным хозяйством малоимущие крестьяне не имели средств для покупки еды на открытом рынке. По мере роста численности населения городов их жители тоже не могли позволить себе покупать продовольствие по завышенным по причине голода ценам. Себя им было не прокормить, потому что своей земли у них не было. Картофельная гниль и неурожай зерна в Европе привели к продовольственным бунтам, которые пронесли по всему континенту в 1848 г.

В сельскохозяйственной экономике начали формироваться радикальные идеи. В начале 40-х гг. XIX в. еще до своего знакомства с Карлом Марксом Фридрих Энгельс, возражая Маль-

тусу, утверждал, что темпы развития труда и науки не уступают скорости роста населения, поэтому нововведения в сельском хозяйстве помогут ему не отстать от увеличивающегося населения. Маркс же, наоборот, считал, что коммерциализированное сельское хозяйство приводит к деградации как общества, так и почвы. «Всякий прогресс капиталистического земледелия есть не только прогресс в искусстве грабить рабочего, но и в искусстве грабить почву, всякий прогресс в повышении ее плодородия на данный срок есть в то же время прогресс в разрушении постоянных источников этого плодородия»¹⁷. (По иронии судьбы, десятилетие перед русской революцией 1917 г. ознаменовалось тем, что царь Николай II провозгласил земельную реформу, благодаря которой крестьяне начали получать земли в собственность. В отличие от городской бедноты, которую объединили ленинские обещания «хлеба, мира и земли», крестьяне не спешили принять революцию, которую, как надеялся Маркс, они должны были возглавить.)

Правительства продолжали экспортировать зерно во времена голода на протяжении большей части XX века. В 30-е гг. советские крестьяне голодали, а центральное правительство отбирало у них урожай, чтобы кормить города и продавать на зарубежных рынках за деньги, которые уходили на финансирование индустриализации. В большинстве подобных случаев сам общественный строй или неравноправное распределение продовольствия приводят к голоду такого же масштаба, как тот, который вызван абсолютным дефицитом продуктов питания.

Первой реакцией вышедшей из Средневековья Европы на возрастание численности своего населения стало введение как можно больших площадей маргинальной земли в сельскохозяйственное производство. Такая земля могла приносить меньше урожая, чем традиционные пахотные угодья, однако продовольствие, полученное в результате обработки этих площадей, помогало поддерживать рост населения. Начиная с XVIII в. европейские государства принялись эксплуатировать сельскохозяйственный потенциал своих колоний по всему миру, чтобы получать дешевое импортное продовольствие. Самообеспече-

ние европейского сельского хозяйства закончилось, когда импорт перешел с таких предметов роскоши, как сахар, кофе или чай, на основные продукты питания – зерно, мясо, молочные продукты. К концу XIX в. многие европейские нации настолько зависели от импорта продовольствия, что без него уже не могли накормить своих граждан.

По мере распространения по планете западных империй колониальная экономика замещала адаптированные к местным условиям агросистемы. Как правило, внедрение европейских методов хозяйствования приводило к тому, что разнообразие возделываемых культур исчезало, а акцент делался на экспортных культурах, таких как кофе, сахарный тростник, бананы, табак или чай. Во многих регионах постоянное выращивание одной и той же культуры быстро снижало плодородие почвы. Кроме того, североευропейская агротехника, разработанная для равнинных полей, которые зимой были защищены снежным покровом, а летом орошались легким дождем, приводила к сильнейшей эрозии почв на крутых склонах, подверженных воздействию мощных тропических ливней.

Европа решила многолетнюю проблему голода с помощью импорта продовольствия и экспорта рабочей силы. На самом гребне волны эмиграции с 1820 по 1830 г. Европу покинуло примерно пятьдесят миллионов жителей, так что многие европейские народы имеют сегодня больше потомков в бывших колониях, чем на исторической родине. Колониальная экономика и политика, поддерживавшие плантационное земледелие, неофициально поощряли истощение почвенных ресурсов и постоянное стремление получить новые земли под пашню. Парадоксально, но сам позыв к колонизации исходил из обуревавшей европейцев жажды земли, причинами которой стали деградация склонов и огораживание общинных угодий в интересах крупных поместий.

Жителям Европы удалось решить нависавшую над ними проблему недоедания и избавиться от постоянной угрозы наступления голода за счет того, что колониальные империи производили дешевое продовольствие в больших объемах.

Европейцы вывели агропроизводство за пределы континента одновременно со строительством индустриальной экономики. В период между 1875 и 1885 г. миллион акров английских пшеничных полей стали использовать для других целей. По мере развития индустриальной экономики и сокращения земельной базы сельского хозяйства Британия все больше переходила на импортную еду. К 1900 г. Британия ввозила четверть потребляемого зерна, три четверти молочной продукции, почти половину мяса. Потоки импортного продовольствия, стекавшиеся в Европу, означали, что индустриализация европейской экономики происходила за счет истощения почв на далеких континентах.

После того как по окончании Второй мировой войны колониальные империи Европы распались, Жозуэ де Кастро, председатель исполнительного совета ФАО ООН, заявил, что голод не только подготовил почву для губительных эпидемий прошлого, но и стал одной из самых распространенных причин войн на всем протяжении мировой истории. Успех китайской революции он приписывал настоятельному желанию фермеров–арендаторов добиться земельной реформы, поскольку они были вынуждены отдавать половину урожая со своих микроскопических наделов хозяевам крупных поместий. Могуущественнейшим союзником Мао Цзедуна стал страх перед наступлением голода. Самыми преданными партизанами председателя Мао были пятьдесят миллионов крестьян, которым он обещал землю.

В XX в. агитация за земельную реформу в странах третьего мира окрасила постколониальный геополитический ландшафт. В частности, жившие натуральным хозяйством крестьяне в странах, недавно обретших независимость, требовали доступа к обширным земельным владениям, на которых выращивались экспортные культуры. С той поры, однако, земельной реформе противятся правительства как западных стран, так и их бывших колоний, предпочитающие наращивать объемы сельскохозяйственной продукции с помощью передовых технологий. В общем все это означало, что ориентированное на

экспорт крупномасштабное агропроизводство получило преимущество перед натуральным хозяйством. Иногда это означало и смену правительства.

В июне 1954 г. в результате поддержанного США государственного переворота был свергнут президент Гватемалы. Избранный в 1952 г. с 63% голосов Хакобо Арбенс сформировал коалиционное правительство, причем среди 56 членов Палаты депутатов оказались четверо коммунистов. Это встревожило корпорацию «United Fruit Company», владевшую на правах долгосрочной аренды большей частью прибрежных низинных территорий, и она начала пропагандистскую кампанию, стараясь убедить весь мир в том, что новое правительство Гватемалы контролируется русскими. Слабо верится, что горстка членов компартии в составе правительства обладала таким уж влиянием; на самом деле «United Fruit Company» страшилась земельной реформы.

В конце XIX в. власти Гватемалы присвоили общинные земли индейцев, стремясь расширить коммерческие кофейные плантации за счет горных районов. В то же самое время банановые компании США начали скупать крупные низинные наделы и прокладывать железнодорожные пути, чтобы доставлять свою продукцию на побережье. Ориентированные на экспорт плантации быстро завладели самыми плодородными участками, все настойчивее вытесняя местных крестьян на крутые склоны гор, которые те и принялись осваивать. К 50-м гг. XX в. многие крестьянские семьи либо имели очень мало земли, либо вообще ее не имели, в то время как крупные корпорации, такие как «United Fruit Company», обрабатывали менее одной пятой своих обширных владений.

Придя к власти, Арбенс вскоре задался целью экспроприровать неосвоенную землю у крупных плантаций и стимулировать развитие натуральных хозяйств путем раздачи земельных участков и предоставление кредитов крестьянам. Вопреки утверждениям представителей «United Fruit Company» Арбенс не стремился упразднить частную собственность. Тем не менее, он все же хотел перераспределить более 100 тыс. гектаров арен-

дованной корпорациями земли между мелкими фермерами и таким образом способствовать развитию микрокапитализма. К несчастью для Арбенса договор земельной аренды, заключенный банановой корпорацией в 1936 г. сроком на 99 лет, готовился при личном участии государственного секретаря Соединенных Штатов Джона Фостера Даллеса. С таким союзником, как Даллес, на стороне «United Fruit Company» даже намек на коммунистическое влияние в первые годы холодной войны оказалось достаточно, чтобы устроить при участии ЦРУ государственный переворот в стране.

Последовавшие за этим иностранные инвестиции позволили отвести еще больше земли под товарные культуры и выпас скота. Международная финансовая помощь и предоставленные банками развития ссуды способствовали продвижению амбициозных проектов, нацеленных на экспортные рынки. В период между 1956 и 1980 г. на поддержку широкомасштабных монокультурных проектов ушло четыре пятых всех сельскохозяйственных кредитов. Площади под хлопчатником и пастбищами увеличились более чем в двадцать раз. Плантации сахарного тростника расширили площадь своих земель в четыре раза. Вдвое больше земли использовали и кофейные плантации. Согнанные с наиболее плодородных территорий гватемальские крестьяне были вынуждены уходить в горы и осваивать джунгли. Четыре десятилетия спустя после переворота 1954 г. менее двух процентов от общего количества землевладельцев контролировало две трети сельскохозяйственных земель Гватемалы. По мере расширения плантаций средняя площадь фермерского хозяйства сократилась, составив менее гектара – а этого явно не хватало для обеспечения продовольствием одной семьи.

Здесь снова повторилась та же история, что и в Ирландии, только с латиноамериканским привкусом – Гватемала отличается крутизной своего рельефа и дождливым тропическим климатом. Как и ирландское мясо, гватемальский кофе продается везде. Однако вместе с кофе территорию страны покидает и гватемальская почва: применение европейских агротех-

нических приемов на тропических склонах гарантированно привело к серьезнейшей эрозии. Сочетание монокультуры рыночного направления и интенсивного ведения натурального хозяйства на заведомо маргинальных землях резко усилило эрозию почв Гватемалы – иногда настолько, что ее не может не заметить даже случайный наблюдатель.

В последнюю неделю октября 1998 г. ураган «Митч» обрушил на Центральную Америку годовую норму осадков. Оползны и наводнения унесли жизни десяти тысяч человек и привели к появлению трех миллионов беженцев и бездомных. Общий ущерб, нанесенный сельскохозяйственной экономике региона, оценивался более чем в 5 млрд. долларов США. Даже с учетом разрушительных ливней это бедствие не может считаться чисто стихийным.

Ураган «Митч» был не первой бурей, утопившей Центральную Америку в ливневых водах, однако он стал первым после того, как крутые склоны региона были расчищены от тропического леса и преобразованы в незащищенную пашню. Когда по окончании Второй мировой войны население региона утроилось, на месте непотревоженных лесных массивов, окружавших немногочисленные поля, появились постоянно обрабатываемые пахотные угодья. Сегодня более четырех пятых сельского населения занято возделыванием крошечных участков на покатых территориях, взяв на вооружение уменьшенную версию общепринятой аграрной практики. Ускоренные темпы эрозии в результате обработки крутых склонов Центральной Америки уже давно признаны серьезной проблемой, и ураган «Митч» только помог избавиться от последних иллюзий на этот счет.

После бури некоторое количество сравнительно легко отделавшихся хозяйств напоминали островки в океане разрухи. Когда геодезическая съемка показала, что хозяйства, практиковавшие альтернативное земледелие, пережили ураган лучше, чем традиционные хозяйства, коалиция сорока неправительственных агентств приступила к интенсивному изучению более чем восьмисот фермерских хозяйств Гватемалы, Гондураса

и Никарагуа. Выстроив парами сравнимые по другим параметрам фермерские хозяйства, использовавшие традиционные и так называемые устойчивые агротехнические приемы, группы исследователей проверяли каждое фермерское хозяйство на предмет состояния почвы, признаков почвенной эрозии и потерь урожайности. Во всем регионе фермеры, применявшие такие устойчивые методы, как высевание нескольких культур, террасирование склонов и биоконтроль вредителей, в два–три раза меньше пострадали от эрозии почвы и потерь урожая, чем те, кто применял общепринятую практику монокультуры и химических удобрений. В устойчивых хозяйствах овраги были не так сильно выражены, а оползней случалось в два–три раза меньше, чем в традиционных хозяйствах. И вообще устойчивые системы хозяйствования понесли меньше экономического ущерба. Возможно, самым наглядным результатом исследования стало то, что в обследованных хозяйствах свыше 90% фермеров, обрабатывавших свою землю обычным способом, выразили желание ввести у себя более гибкие приемы, применявшиеся их соседями.

Центральная Америка была лишь одним из множества регионов, где возделывание крупных, ориентированных на экспорт плантаций после Второй мировой войны превратило бывшие владения в сельскохозяйственные колонии, обслуживающие мировые рынки. В Африке, Азии и Южной Америке коммерческое монокультурное земледелие заставляло живущих натуральным хозяйством крестьян переселяться на маргинальные земли. В новых условиях глобальной экономики бывшие политические колонии продолжали служить интересам богатых государств – только теперь они сбывали свои почвенные ресурсы за деньги. Однако все это далеко не ново: Соединенные Штаты находились точно в таком же положении перед собственной революцией.

ГЛАВА ШЕСТАЯ



С мотыгой на запад

С момента завоевания независимости величайшим патриотом следует считать того, кто лучше других борется с оврагами.

Патрик Генри



НЕСКОЛЬКО ЛЕТ ТОМУ НАЗАД во время небезопасной научной поездки по ухабистым грунтовым дорогам в недавно расчищенной от леса местности в нижнем течении Амазонки я увидел, как утрата пахотного слоя почвы способна изуродовать региональную экономику и превратить людей в нищих. Приехал я туда изучать пещеры, созданные за сотню миллионов лет водой, которая медленно растворяла богатые железом скальные породы под почвенным пластом, напоминавшим дно изношенной сковородки. Прогулка по одной из таких богатых железом пещер поразила мое воображение – сколько же времени потребовалось сочащейся воде, чтобы все это вырезать. Не менее сильные эмоции в этой поездке вызвали следы катастрофического исчезновения почвы после вырубki лесов. Однако по-настоящему меня озадачил вопрос, почему нарастание этого гуманитарного и экологического бедствия не привело к изменению поведения людей и насколько современная история нижней Амазонии созвучна колониальной истории Соединенных Штатов.

Стоя на самом краю плато Каражас, я обозревал скелетообразный остов древнего ландшафта и признаки другого, нарождающегося. Невдалеке, высоко над окружающей плато равниной, были видны оползни, отхватившие целые куски от древнего плато. Со всех сторон этой покрытой джунглями сто-

ловой горы эрозия соскабливала разрушенные горные породы, возраст которых достигал сотен миллионов лет, вместе с самым глубоким из всех виденных мною почвенным пластом.

Начиная с эпохи динозавров вода, просачиваясь сквозь экваториальные джунгли и впитываясь в грунт, формировала мощный массив выхолощенных скальных пород, уходивший вглубь на сотни футов до самого подножия плато. После того, как Южная Америка отделилась от Африки, образовавшийся в результате эскарп проник внутрь материка, въедаясь сбоку в древние нагорья. Стоя на скале у кромки плато – небольшой сохранившейся части изначальной поверхности земли, я любовался просторами новообразованных холмящихся долин, уходивших вдаль к самому Атлантическому побережью.

Плато Каражас состоит из слоистых железорудных пород – залежей почти чистой железной руды, образованных бескислородным морем задолго до появления богатой кислородом земной атмосферы. Эти рудные накопления, со временем поднятые на поверхность из самых недр земной коры, подвергались воздействию природных сил; питательные вещества и примеси постепенно вымывались сочащейся водой, и в результате образовалась сильно разрушенная железистая корка.

Это медленное выхолощивание способно естественным путем формировать алюминиевую и железную руду. В масштабах шкалы геологического времени обильные осадки и высокие температуры тропического пояса могут способствовать концентрации алюминия и железа по мере вымывания из первоначальной породы почти всех остальных химических элементов. Хотя этот геологический процесс способен длиться сотню миллионов лет, он намного экономичней, чем промышленный способ концентрации этих металлов. Со временем он приводит к образованию промышленно ценной руды – пока темпы выветривания породы опережают скорость ее эрозии. Если порода эродирует слишком быстро, рудные элементы исчезают из нее задолго до того, как смогут достичь концентрации, достаточной для их разработки.

На вершине плато Каражас огромный провал, позволявший проникнуть взглядом в недра земной коры, углублялся на сотни футов к самому основанию массивной толщи выхолощенной красной горной породы. Мощные грузовики, не уступавшие габаритами трехэтажным домам, ползали вдоль террасированных склонов провала, перевозя тонны грунта по змеящейся от самого его дна дороге. Деревья высотой в сотни футов, оставшиеся стоять вдоль противоположной кромки провала, отсюда казались не крупнее, чем образованная плесенью бахрома. Созерцая этот фантазмагорический вид под полуденным солнцем, я невольно сравнил тоненький почвенно-растительный покров Земли с лишайником, окутавшим огромный валун.

Стремительно съехав с плато, мы оказались в царстве пологих молодых холмов, сформированных породами, которые когда-то служили фундаментом эродированных ныне возвышенностей. На нашем пути через девственную сельву вдоль иссеченных склонов, спускавшихся к расчищенной от леса низменности, дорожные выработки грунта обнажали почвенные профили толщиной от одного до нескольких футов. Уже покинув джунгли, мы видели оголенные косогоры, наглядно свидетельствовавшие о том, что эрозия верхнего почвенного слоя после вырубki деревьев вынудила земледельческое население уйти с этих мест. По окраинам деревень на краю леса крестьяне-переселенцы обрабатывали только что расчищенные участки. Обступившие дорогу выветренные скальные образования высились над поверхностью склонов, которые до недавнего времени еще были покрыты слоем почвы. Здесь произошла простая и очевидная история. Вскоре после вырубki лесов почва эродировала и исчезла, заставив людей углубиться еще дальше в джунгли и расчистить себе новые поля.

В нескольких милях от кромки леса семейные крестьянские хозяйства и маленькие деревушки уступили место скотоводческим ранчо. По мере того, как жившие натуральным хозяйством земледельцы отеснялись глубже в лес, брошенные ими земли занимали скотоводы. Коровы могут пастись там, где почва слишком бедна для возделывания культур, однако для этого им тре-

буются обширные площади. Крупномасштабное стравливание пастбищных земель не дает лесу возможности восстановиться, приводит к усилению эрозии и вынуждает пограничные крестьянские общины уходить все дальше и дальше в джунгли в нескончаемом поиске новых земельных угодий. Нельзя не заметить наглядные последствия этого порочного круга.

Вместо того чтобы на короткое время расчищать маленькие участки леса, переселенцы в Амазонию сразу стремились вырубать обширные пространства, где усилившаяся из-за стравливания эрозия высасывала жизненные силы земли. Современный цикл, когда за расчисткой земли следует крестьянская вспашка, а за ней – выпас скота, уничтожил верхний почвенный слой и практически лишил почву возможности восстановить плодородие. В результате земля уже не способна прокормить прежнее количество людей. Оставшись без продуктивной почвы, люди переселяются на новые места. Опыт современной Амазонии повторяет историю Северной Америки в гораздо большей степени, чем мы склонны признавать. И параллели эти не только очевидны, но и принципиально значимы.

Когда Колумб «открыл» Новый Свет, на американском континенте проживало от сорока до ста миллионов коренных жителей, из которых примерно от четырех до десяти миллионов обитало в Северной Америке. Коренные американцы Восточного побережья активно окультуривали ландшафт, однако оседлого земледелия у них не было. Первые колонисты описывали мозаичную россыпь маленьких расчищенных участков и упоминали об обычае туземцев перемещаться каждые несколько лет на новые поля – во многом так же, как это делали европейцы и жители Амазонии. Сейчас уже появляются сведения об отдельных серьезных случаях почвенной эрозии, спровоцированных аборигенной системой земледелия, однако деградация и эродирование почв начали видоизменять восточные земли Северной Америки все-таки после того, как новые поселенцы ввели привычные для них приемы землепользования.

Интенсивное возделывание кукурузы быстро истощило бедные питательными веществами ледниковые почвы Новой

Англии. Не прошло и нескольких десятков лет, как колонисты принялись жечь лес, чтобы удобрять свои поля золой. Жители Новой Англии быстрее, чем их соседи на Юге липались пригодных для обработки свежих земель из-за большей плотности населения на единицу площади. Первые путешественники жаловались на вонь с полей, где фермеры использовали в качестве удобрения лососину. Что касается Юга, то в рабовладельческой экономике Виргинии и Мэриленда доминирующую роль играло табаководство, а в табаководческой индустрии доминирующим фактором было истощение почвы. Как только слияние мелких семейных хозяйств привело к созданию табачных плантаций, на которых трудились рабы, регион оказался в плену ненасытной социально-экономической модели, пожирающей все новые и новые земли.

Историк Эйвери Крейвен считал колониальную деградацию почв составной частью неизбежного процесса колонизации пограничных земель. «Человек способен погубить почву вследствие своего невежества или в силу обычая, однако чаще бывает так, что экономические или социальные условия, не поддающиеся контролю со стороны человека, побуждают или вынуждают его обращаться со своей землей так, что это не может не привести к краху»¹. По мнению Крейвена, истощение почв населением пограничных земель, как правило, обусловлено экономической необходимостью вырастить максимально более доходный урожай. Табачная экономика, довлевшая над колониальными владениями в Виргинии и Мэриленде, служила иллюстрацией как раз того, о чем говорил Крейвен.

В 1606 г. Яков I даровал Виргинской компании привилегию основать английское поселение в Северной Америке. Эта созданная группой лондонских инвесторов компания рассчитывала, что их франшиза в Новом Свете принесет немалые прибыли. Под предводительством капитана Джона Смита 14 мая 1607 г. первые колонисты высадились на берег реки Джеймс в шестидесяти милях вверх по течению от Чесапикского залива. Прежде чем Смит смог вернуться в Англию в 1609 г., враждебно настроенные туземцы, болезни и голод свели в могилу две трети первопроходцев.

Колонисты Джеймстауна в лихорадочном поиске путей выживания, уже не помышляя о прибыли, пытались изготавливать шелк, затем стекло. Они занимались лесозаготовками, выращивали сассафрас и даже варили пиво. Ничего у них не получалось до тех пор, пока табак не превратился в выгодный экспортный товар, ставший залогом существования колонии.

Заслугу в том, что в 1586 г. Англия познакомилась с табаком, часто приписывают сэру Уолтеру Рэли. Принадлежит ли ему эта сомнительная честь или нет, но первыми, кто привез табачные листья и семена в Европу из Вест-Индии, были испанские мореплаватели. Курение завоевало огромную популярность; англичанам пришлось по вкусу испанский табак, который выращивали, используя труд рабов, на землях Карибского бассейна. Табак, продававшийся по завышенным ценам лондонским купцам, мог стать тем самым спасательным кругом, который и был нужен колонистам Джеймстауна, чтобы остаться на плаву.

К сожалению, новоявленным курильщикам в Англии не понравился виргинский табак. Замыслив одержать верх над конкурентами на лондонском рынке, колонист Джон Рольф (вероятно, более известный как супруг Покахонтас) ради эксперимента попробовал возделывать карибские сорта. Убедившись, что собранный лист «при курении приятен, сладок и крепок», Рольф и его соплеменники повезли свой первый урожай в Англию. На рынках Лондона их ждал блестящий успех – товар ничем не уступал лучшим сортам испанского табака.

Вскоре все повально сеяли табак. В 1617 г. в Англию было отправлено двадцать тысяч фунтов табачного листа. Капитан Смит нахваливал «плодovитейшие почвы» Виргинии, и колониальная экономика быстро попала в зависимость от экспорта табака. Колонист Джон Пори в письме от 30 сентября 1619 г. сообщал сэру Дадли Карлтону, что дела наконец-то пошли в гору. «Все наши богатства ныне заключаются в табаке, благодаря которому один человек своим собственным трудом за год создал капитал в 200 фунтов стерлингов, а другой при вспомоществовании полудюжины слуг за одну страду собрал урожай

английского сорта в тысячу фунтов»². Не прошло и десяти лет, как полтора миллиона фунтов виргинского табака ежегодно поставлялись на английские рынки.

Колониальная экономика Америки взяла разбег и рванулась вперед. За сотню лет ежегодный экспорт в Британию вырос тысячекратно, превысив двадцать миллионов фунтов. Табак настолько доминировал в колониальной экономике, что служил альтернативной валютой. Эта вонючая травка спасла угасающую колонию, однако ее выращивание дало толчок стремительной деградации и эрозии почвы, что заставляло колонистов уходить все дальше и дальше вглубь материка.

Колониальный табак был чисто пропашной культурой. Фермеры окучивали каждое растение с помощью мотыги или легкого одноконного плуга. Такая практика оставляла почву незащищенной от ливней и уязвимой для эрозии во время летних грозных бурь, которые разражались еще до того, как растения образовывали листья. Несмотря на то, что при этом явно страдала земля, культура табака имела одно, но неоспоримое достоинство. Она приносила более чем в шесть раз больше прибыли, чем любая другая культура, и могла без ущерба выдержать длительный (и дорогостоящий) путь через Атлантику. Большинство других культур по дороге сгнивали или продавались слишком дешево, чтобы окупить расходы на транспортировку.

Колониальная экономика практически не заботилась о том, чтобы стимулировать возделывание разнообразных культур, так как табак, безусловно приносил самый высокий доход. Поэтому жители Виргинии выращивали продовольственные культуры ровно в тех объемах, какие требовались для прокорма их семей, и все свои силы отдавали производству табака для европейских рынков. Постоянно расчищались новые земли, а старые пашни оставались заброшенными – ведь фермер мог рассчитывать только на три-четыре высокоурожайных урожая табака с недавно расчищенной земли. Табак выводит из почвы более чем в десять раз больше азота и более чем в тридцать раз больше фосфора, чем типичные продовольственные

культуры. Через пять лет возделывания табака в земле оставалось слишком мало питательных веществ, чтобы вырастить хоть сколько-нибудь значительный урожай. С учетом изобилия целинной земли на западе фермеры просто продолжали расчищать все новые и новые поля. Почва, оставшаяся на полностью лишенных растительности заброшенных пашнях, вымывалась проливными летними дождями в овражки. Виргиния превратилась в фабрику по переработке пахотной почвы в табачный лист.

Король Яков видел в табачном бизнесе привлекательный способ повышения доходов казны. В 1619 г. Виргинская компания согласилась выплачивать короне один шиллинг с каждого фунта своих поставок в Англию в обмен на ограничение импорта испанского табака, а также на табаководство в пределах Англии – так возникла монополия на этот популярный новоявленный наркотик. Всего через два года появились новые предписания, согласно которым весь табачный экспорт колоний должен был направляться в Англию. В 1577 г. королевское казначейство оприходовало 100 тыс. фунтов стерлингов, полученных от импортных пошлин на виргинский табак, и еще 50 тыс. за табак из Мэриленда. Виргиния наполняла королевский кошелек щедрее, чем любая другая колония; государственный доход от ее поставок вчетверо превышал выручку от поставок из Вест-Индии.

Неудивительно, что правительства колоний ухватились за идею использовать табак для повышения своих доходов. Едва почуяв новый источник денежных средств, они быстро подавили попытки снизить зависимость от табаководства. Когда жители Виргинии попросили временно запретить выращивание табака в 1662 г., их без обиняков предупредили о недопустимости подобных просьб. Министры колонии Мэриленд попытались даже требовать гарантий того, чтобы колонисты «не обращали свои мысли ни на что иное, кроме культуры табака»³.

Короткий век плодородия земли под культурой табака стал причиной стремительного распространения сельскохозяйственных поселений. Оставив свои поля, которые уже не

могли приносить приемлемый доход, виргинские земледельцы в 1619 г. первыми обратились с просьбой разрешить им расчистку новых угодий, более отдаленных от побережья. Пять лет спустя сельскохозяйственная община Паспахея обратилась к колониальный суд за разрешением на освоение целины даже несмотря на то, что за пятнадцать лет до этого губернатор объявил их земли идеальными для выращивания зерновых. Прошло чуть больше двадцати лет, и фермеры-табаководы прибрежных районов реки Чарльз ходатайствовали перед губернатором о праве на расчистку залежных земель, потому что их поля «стали бесплодными от возделывания». Жители Виргинии XVII в. жаловались на непомерную потерю почвы во время грозных штормов; было трудно не обратить внимания на разрушительную роль оврагов, лишаящих сельскую местность почвенного слоя. На пути вглубь материка земледельцам встречались почвы, которые были еще более уязвимыми для эрозии, чем на землях вдоль океанского побережья или в долинах крупных рек. Двигаясь также и в южном направлении, к 1653 г. фермеры-табаководы уже расчищали новые поля на приморской равнине Северной Каролины, где все еще имелась в изобилии необработанная земля.

По мере того как плодородие почв на взморье снижалось, фермеры все дальше уходили от берегов. Перспектива получить в распоряжение богатые земли за горами поднимала боевой дух жителей Виргинии во время Франко-индейской войны. Фермеры-колонисты были в ярости от действий матери-Англии, когда заключенный в 1763 г. мирный договор фактически запретил им оперативно переселяться в западные земли. Зреющее раздражение от изнурительных налогов на табак и ощутимые препятствия для экспансии на запад в числе прочего тоже подогревали недовольство британским владычеством.

Колониальное сельское хозяйство на Юге продолжало ориентироваться на табак, несмотря на упавшие из-за перенасыщения рынков цены и на требование об обязательной отправке всего собранного урожая в Англию. К середине XVIII в. государственные пошлины составляли около 80% отпускной

цены на табак; доля производителя опустилась ниже 10%. Раздражение, вызванное очевидной несправедливостью в области регулирования, сбыта и экспорта табачной продукции, продолжало тлеть до самой Войны за независимость.

Беспрепятственный доступ к новым землям, особенно на Юге, означал, что фермеры игнорировали севооборот и использование органических удобрений для повышения плодородия почвы. Опубликованный в 1727 г. труд «Нынешнее состояние Виргинии» объяснял быстрое снижение плодородия почв отказом от внесения навоза на поля. «Сложилось так, что табаководство сегодня поглощает все остальное, всем пренебрегает... К тому времени пни сгнили, грунт истощен; имея в распоряжении достаточно свежих земель... они практически совсем не заботятся об удобрении старых полей навозом»⁴. Перебраться на новые угодья было легче, чем собирать и разбрасывать навоз – пока еще земли для освоения были в избытке.

Другие обозреватели того времени также отмечали, что табак полностью завладел вниманием сельскохозяйственных производителей. В 1729 г. в своем письме к Чарльзу, лорду Балтимору, Бенедикт Леонард Калверт вкратце подвел итог зависимости колониального земледелия от культуры табака. «В Виргинии и Мэриленде табак – наш главный продукт, наше все; он буквально не оставляет места ни для чего иного»⁵. Табак стал бесспорным владыкой южных колоний.

Необходимость обеспечивать постоянный доступ к целинным землям обусловила появление крупных землевладений. Низкие цены на перенасыщенном рынке табачной продукции в конце XVII в. создали возможности для укрупнения табаководческих хозяйств ввиду того, что мелкие фермеры покидали эту отрасль. Так же как и в Риме за два тысячелетия до этого, как и в Амазонии спустя почти триста лет, заброшенные семейные поля окончательно переходили в руки крупных плантаторов.

В Новой Англии некоторые колонисты начали экспериментировать с почвоулучшающими приемами. Джаред Элиот, коннектикутский пастор, врач и фермер, в 1748 г. опубликовал первый из своих «Очерков о полеводстве», в котором привел

результаты экспериментов по предотвращению деградации почв и борьбе с ее последствиями. Объезжая верхом своих прихожан и пациентов, Элиот заметил, что грязная вода, стекающая с незащищенных растительностью склонов, уносила с собой плодородный грунт. Он видел, как наносы смытой с холмов грязи обогащали почвы в низинах и какой ущерб наносила расположенным на возвышенностях полям потеря почвы. Для улучшения обедненных почв Элиот советовал разбрасывать навоз и выращивать клевер. Он рекомендовал мергель (ископаемые донные отложения останков морских организмов) и селитру (нитрат калия) как отличные удобрения, практически не уступающие качественному навозу. Оголенная почва на наклонных участках местности особенно подвержена воздействию вымывающих ее дождей. Несмотря на здравый смысл доводов Элиота, мало кто из фермеров-колонистов обращал внимание на его рекомендации, особенно на Юге, где все так же легко можно было получить в распоряжение новую землю.

Среди тех, кто приобрел очерки Элиота и приступил к экспериментам по почвоулучшению, был и Бенджамин Франклин. В своем письме Элиоту от 1749 г. он выражал беспокойство тем, что американских фермеров будет непросто убедить в целесообразности перехода к почвозащитному земледелию. «Сэр, я внимательно ознакомился с двумя Вашими очерками о полеводстве и полагаю, что они могут принести большую пользу обществу; однако, если фермеры в Вашей округе так же не склонны покидать тропу, исхоженную их пращурами, как и те, кто живет со мною по соседству, будет трудно убедить их предпринять попытки к исправлению ситуации»⁶. Элиот сравнивал фермеров, не возвращающих на поля навоз и растительные остатки, с человеком, который забирает из банка деньги, даже не сделав вклада. Мне представляется, что Франклин придерживался того же мнения.

Комментарии по поводу плачевного состояния колониальных почв были типичны для конца XVIII в. В своих записках времен Войны за независимость Александр Хьюатт отмечал, что фермеры обеих Каролин ставили во главу угла ближай-

шую перспективу урожая и почти не уделяли внимания состоянию своей земли.

Как и часто перебирающиеся с места на место фермеры, плантаторы в первую очередь ищут пути извлечения наибольшей прибыли здесь и сейчас, а если это удастся, их уже практически не волнует, до какой степени истощена земля... Богатство почв и огромные площади земель обманули многих... Так не может долго продолжаться, ибо земли будет не хватать, а время и опыт по мере распознавания природы почвы ... научат их... менять [свою] беспечную манеру ее обработки⁷.

Хьюатт был не одинок в своей жесткой оценке американского сельского хозяйства. Многие европейцы, странствовавшие по южным штатам в конце 70-х гг. XVIII в., выражали удивление всеобщим нежеланием использовать для улучшения почв органические удобрения. Изгнанный из Франции революционер Жак-Пьер Бриссо де Варвиль в 1788 г., путешествуя по недавно получившим независимость Соединенным Штатам, удивлялся разрушительному влиянию сельскохозяйственного производства. «Невзирая на то, что табак непомерным образом истощает землю, собственники не предпринимают никаких попыток возродить ее жизненную силу; они забирают то, что почва способна отдать, и покидают ее, когда ей отдавать уже нечего. Расчищать новые земли нравится им больше, чем восстанавливать старые. Все эти заброшенные земли еще могут стать плодородными, если их надлежащим образом вносить в них навоз и обрабатывать»⁸. Бездумное расходование хорошей земли приводило в недоумение европейских наблюдателей, привыкших к дешевой рабочей силе и дефициту плодородной земли.

На исходе XVIII в. новоприбывший поселенец Джон Крейвен увидел своим глазами, что округ Албемарл в Виргинии настолько деградировал в результате нерациональных способов хозяйствования, что его жители были поставлены

перед немудреным выбором – либо переселяться, либо улучшать почву. Годы спустя в своей статье для журнала «Farmer's Register» Крейвен вспоминал жалкое состояние земли. «В то время вся территория округа внешне представляла собой такую картину разорения, что невозможно описать – одно хозяйство за другим приходило в упадок, пестрило вымоинами и овражками, так что едва ли можно было отыскать хотя бы один акр пригодной для возделывания земли... Вся девственная почва была выхолощена осадками и смыта с возвышенностей в долины»⁹. Уильям Стрикланд, посетивший в следующем 1800 г. Виргинию и Мэриленд, в недоумении объявил, что он не понимает, как местные жители ухитряются добывать пропитание со своих полей.

В 1793 г. пастор унитарийской церкви Гарри Тулмин отправился из Ланкашира в Америку, чтобы подготовить для своей конгрегации отчет о перспективах эмиграции в недавно провозглашенное государство. Нехватка земли и растущие цены на продовольствие все настойчивее подталкивали жителей Британии к переселению в Америку – особенно тех, чей доход в условиях индустриализации экономики был фиксированным и скудным. Вдобавок многие унитарии и члены других общин, симпатизировавшие прогрессивным идеалам американской и французской революции, покинули свои дома и устремились в Новый Свет после того, как новая Французская Республика объявила Англии войну.

Убедившись, что атлантическое побережье малоперспективно для сельскохозяйственной деятельности, Тулмин заручился рекомендательными письмами Джеймса Мэдисона и Томаса Джефферсона к Джону Брекинриджу, который покинул кресло конгрессмена в Виргинии и перебрался в Кентукки. В своих письмах и дневниках Тулмин ярко описывает почвы тех времен, когда в Кентукки прибыли первые поселенцы. Повествуя о сельскохозяйственном потенциале округа Мейсон на севере Кентукки, Тулмин пишет, что эта слабохолмистая местность отличается плодородием своих почв. «Почва здесь – по большей части жирный суглинок. На самых первоклассных

землях (таких в округе несколько миллионов акров) она богата черноземом. Самый плодоносный и черный гумус уходит на глубину пяти-шести дюймов. Его сменяет более светлый рассыпчатый грунт толщиной около пятнадцати дюймов. В сухую погоду он выдувается ветром»¹⁰. Свидетельства, подобные тому, которые представил Тулмин, побуждали жителей побережья двигаться на запад. Кроме того, его выводы оказались намного более пророческими, чем он мог себе вообразить.

Примерно в то же время, когда произошла Американская революция, некоторые из отцов-основателей США начали тревожиться о возможных последствиях бездумной эксплуатации почвы для будущего страны. Джордж Вашингтон и Томас Джефферсон были одними из первых, кто предупреждал о разрушительном характере колониального земледелия. Будучи идеологическими противниками, эти преуспевающие виргинские плантаторы разделяли тревогу по поводу долгосрочных последствий принятых в Америке агротехнических приемов.

После революции Вашингтон не скрывал презрения, говоря о недалеконидных подходах своих соседей к ведению хозяйства. «Система земледелия (если это можно назвать системой), которую используют в этой части Соединенных Штатов, столь же непродуктивна для пользователей, сколь она разорительна для землевладельцев»¹¹. Вину за истощение почвы Вашингтон возлагал на широко распространенную практику выращивания табака. Он видел, как плохое ведение сельского хозяйства подогревало желание выжать максимум из земли в минимальные сроки - и наоборот. В своем письме, адресованном в 1796 г. Александру Гамильтону, Вашингтон предсказывал, что истощение почвы погонит молодую нацию вглубь страны. «Каждому, кому небезразлично сельское хозяйство этого государства, должно быть очевидно, ... насколько плачевен в своем несовершенстве наш подход к [земле]пользованию... Через несколько лет возрастающая неплодородность почвы заставит обитателей Атлантических штатов двигаться на запад в поисках средств к существованию; однако если бы их научили, как улучшить грунт на старых участках вместо того, чтобы искать

новые плодородные земли, они бы сумели превратить угодья, на которых сейчас почти ничего не вырастить, в прибыльные хозяйства»¹².

Вашингтон заинтересовался прогрессивными методами ведения сельского хозяйства задолго до революции. Еще в 1760 г., удобряя свои поля мергелем (измельченный известняк), навозом и гипсом, он с выгодой для себя вырастил урожай злаков, гороха и гречихи. Он строил хлева для скота, чтобы собирать навоз, а управляющие плантацией с неохотой выполняли его инструкции по разбрасыванию накапливающихся в коровниках отходов жизнедеятельности по полям. Он экспериментировал с севооборотом, пока окончательно не остановился на системе, в рамках которой зерновые перемежались с картофелем и клевером или другими злаками. Кроме того, Вашингтон экспериментировал с глубокой вспашкой, призванной уменьшить сток и затормозить эрозию. Он заполнял овраги кольями от старых изгородей, мусором и соломой, засыпал все это грунтом и навозом, после чего засевал культурами.

Вместе с тем, видимо, самым радикальным стало осознание Вашингтоном того факта, что в больших поместьях улучшить почву почти невозможно. Разделив свою землю на более мелкие участки, он поручил смотрителям и арендаторам заниматься мелиорацией. Усилия Вашингтона сосредоточились на предотвращении эрозии почвы, накоплении и использовании навоза в качестве удобрения, а также на выборе покровных культур для включения в севооборот.

По возвращении после революции в Маунт-Вернон Вашингтон написал письмо английскому агроному Артуру Янгу, в котором просил совета по поводу мелиорации своих земель. Янг раскрыл объятия Вашингтону, увидев в нем «брата-фермера», и согласился оказать американскому президенту любую помощь, какую тот пожелает.

В 1791 г. Янг попросил Вашингтона описать условия для сельского хозяйства в северной Виргинии и Мэриленде. Ответ Вашингтона свидетельствует, что старинные методы, приводившие к эрозии почвы и ее истощению, все еще широко

практиковались. В частности, практика выращивания постепенно снижавшихся урожаев табака с последующим посевом кукурузы в таких количествах, какие только могла выдержать истощенная земля, продолжала снижать плодородие почвы. Из-за дефицита пастбищ и поголовья крупного рогатого скота лишь немногие фермеры использовали навоз для поддержания или восстановления плодородия почвы. Вашингтон объяснил, что у американских фермеров имелся сильный стимул эксплуатировать своих работников по максимуму, невзирая на последствия для почвы; работники стоили в четыре раза больше, чем земля, которую они были способны обработать. Он также отметил растущую тенденцию к замещению табака пшеницей даже, несмотря на то, что урожайность пшеницы едва достигала уровня средневековой Европы. Американское сельское хозяйство работало на износ, истощая земли Нового Света.

Томас Джефферсон тоже был обеспокоен тем, что расточительность американцев снижает продуктивность их земель. Если Вашингтон упрекал соотечественников в незнании правильных методов земледелия, то Джефферсон обвинял их в алчности. «Неважное состояние [сельского хозяйства] проистекает у нас не только по причине нехватки знаний; так сложилось из-за того, что земли у нас столько, что мы можем пускать ее в расход, как нам заблагорассудится. В Европе стремятся как можно лучше использовать свои земли при избытке труда; здесь же — как можно лучше использовать труд при избытке земли»¹³. Когда озадаченный Артур Янг поинтересовался, как может человек собрать пять тысяч бушелей пшеницы, если поголовье крупного рогатого скота у него в хозяйстве оценивается всего в 150 фунтов, Джефферсон напомнил ему, что «навоз здесь никак не участвует, ибо покупка акра новой земли нам обходится дешевле, чем унавоживание имеющегося»¹⁴. Ведь неограниченная эксплуатация земли сулила больше прибыли в короткие сроки, чем внедрение европейского подхода к земледелию. По мнению Джефферсона, неспособность заботиться о земле стала проклятием для американского сельского хозяйства.

Взаимоотношения плантаторов XVIII в. со своими более бедными соседями подкрепляют аргументацию Джефферсона. Богатые землевладельцы, как правило, истощали свои земли, выращивая табак, и использовали рабов для расчистки новых полей, после чего продавали старые поля фермерам, у которых не было ни средств, ни рабов, чтобы расчистить табачную плантацию и вести на ней хозяйство. Плантаторы часто покупали продовольствие для пропитания своих семейств на соседних фермах. Доминирующая роль хлопчатника и табака в сельском хозяйстве настолько выросла, что в преддверии Гражданской войны южане стали ввозить гораздо больше зерна, овощей и сельскохозяйственных животных, чем вывозить.

Весной 1793 г. зять Джефферсона, полковник Т. М. Рэндольф, вместо того, чтобы пахать холм сверху вниз под уклон, впервые применил горизонтальную вспашку по контурам поперек склона. Джефферсон, поначалу отнесшийся к нововведению скептически, изменил точку зрения после того, как пятнадцать лет спустя Рэндольф сконструировал плуг для контурной обработки склонов. Превратившись в ревностного апологета контурной вспашки, Джефферсон свидетельствует, что дожди, прежде вызывавшие эрозию, перестали оставлять на его полях глубокие вымоины. Изобретение Рэндольфа сделало его лауреатом премии Сельскохозяйственного общества округа Албемарл за 1822 г. Переписку с многочисленными корреспондентами Рэндольф и его знаменитый тесть использовали для популяризации контурной вспашки.

В одном из таких писем, адресованном в 1813 г. Чарльзу Уилсону Пилу, Джефферсон расхваливает преимущества нового метода:

У нас холмистая страна, и мы привыкли пропахивать прямые ряды вверх или вниз по склону, по наклонной или так, как получится; при этом нашу почву очень быстро полностью смывало в реки. Теперь мы пашем горизонтально, следуя всем изгибам холмов и впадин на одной и той же высоте, какими бы извилистыми они ни были. После этого каждая борозда выступает в качестве резервуара, принима-

ющего и удерживающего воду, которая уже не образует стекающие с полей потоки, а служит во благо развивающемуся растению. Если в хозяйстве применяют глубокую горизонтальную вспашку, практически ни унции грунта не будет унесено с полей¹⁵.

Однако применение нового подхода требовало осторожности. Даже если провести борозды лишь чуть-чуть под уклон, они все равно соберут стекающую воду и направят зарождающие потоки в овраги. Несмотря на то, что контурная вспашка прижилась, многим все же казались излишними те усилия, которые нужно было предпринимать для ее освоения и тем более правильного применения. В 30-е гг. XIX в. сын Рэндольфа описал, как «новые» практики глубокой вспашки, гипсования почвы и чередования кукурузы с клевером или злаковыми травами в севообороте вскоре затмят вклад его отца в дело борьбы за восстановление истощенных земель.

В начале XIX в. американцы начали осознавать, что плодородие почвы нужно сохранять и восстанавливать. Некоторые фермеры стали использовать более глубокую вспашку и применять на своих полях органические удобрения животного и растительного происхождения. Так, агроном Джон Тейлор доказывал, что для поддержки сельского хозяйства на юге страны необходимо беречь и улучшать почву. «Даже самый поверхностный наблюдатель не может не заметить, что наша земля утрачивает плодородие. ... Многочисленные фермерские хозяйства, известные мне на протяжении более сорока лет ... все существенно обнищали». Прогнозируя будущее Юга, Тейлор предсказывал, что «развитие нашего сельского хозяйства сменится развитием эмиграции»¹⁶, если не сделать мелиорацию почвы сельскохозяйственной стратегией региона. К 20-м гг. XIX в. уже весь Юг осознавал потребность в принятии самых решительных мер по улучшению почвы.

Современник Тейлора, француз Феликс де Божур, называл американских фермеров кочевниками, которые постоянно находятся в движении. Они поразили его всеобщим нежеланием использовать органические удобрения для вос-

становления плодородия почвы. «Американцам явно невдомек, что там, где есть вода, везде готовят удобрения из навоза; что благодаря навозу и воде не останется ни пяди земли, которую нельзя было бы сделать плодородной. Из-за этого земля у них быстро истощается, а... фермеры в Соединенных Штатах напоминают племя пастухов своей склонностью кочевать с одного места на другое»¹⁷. Подобные описания в изобилии встречаются в письменных источниках начала XIX в., в которых речь идет о южных штатах.

Сельские газеты по всей стране приводили на первой полосе высказывания бывшего президента Джеймса Мэдисона, обращенные в мае 1818 г. к Сельскохозяйственному обществу округа Албемарл штата Виргиния. Мэдисон предостерегал, что экспансия нации на запад не обязательно означает прогресс. Строительство нации с будущим не может обойтись без заботы о земле и без ее улучшения. Игнорирование органических удобрений, непосильная нагрузка на землю из-за непрерывной ее обработки, прямая вспашка вверх и вниз вдоль склонов лишают землю плодородия. Мэдисон предупреждал, что сельскохозяйственную экспансию следует ограничить; мелиорация почвы – это не просто альтернатива продвижению дальше на запад, а единственный в долгосрочной перспективе выход.

По мнению фермера Джона Лорейна из Пенсильвании, чья книга «Гармония природы и разума в земледельческой практике» была опубликована в 1825 г. уже после его смерти, эрозия благотворна для дикорастущей флоры, потому что почва приобретает столько же, сколько теряет. Низменности обогащаются грунтом, смытым с холмов, где под действием атмосферных условий образуется новый слой почвы вместо смытого. Фермерство изменило эту систему так, что эрозия, вызванная умеренным использованием плуга и воздействием осадков на незащищенный грунт, привела к обеднению, как самой почвы, так и работающих на земле людей.

Лорейн предлагал использовать траву как постоянную культуру на крутых склонах и преобразовывать поля в пастбища, пока они еще не истощены. Травяной покров предотвратит

эрозию, задерживая и впитывая атмосферные осадки, и обеспечит достаточную пористость грунта, чтобы осадки уходили в землю, а не стекали по ее поверхности. Ключ к предотвращению эрозии и поддержанию плодородия почвы – вещества растительного и животного происхождения, внесенные в почву в максимально возможных объемах. Приверженец мало затратных, доступных даже для бедных фермеров мер по борьбе с эрозией, он утверждал, что сохранить почву поможет внимательное отношение к вспашке по горизонталям и препятствование стоку поверхностных вод в разрушительные овраги.

Кроме того, Лорейн считал арендную систему главной преградой на пути обеспечения сохранности почвы. Нововведения фермеров из высших кругов, таких как Вашингтон и Джефферсон, обескураживали мелких земледельцев, которым подобные расходы были не по карману. Вместо этого арендаторы, не имевшие закрепленных прав на землю, бесконтрольно ее эксплуатировали, игнорируя потенциально благотворные меры по сохранению почвы. Предложенное Лорейном решение проблемы заключалось в освобождении рабов и включении мелиорации во все договора аренды земли в качестве обязательного условия. Он высмеивал позицию многих фермеров, веривших, что когда-нибудь им удастся отыскать места, где почва неистощаема. «Когда Тихий океан остановит их продвижение, возможно, они убедятся, что такой почвы не существует»¹⁸.

Множество других обзоров того времени, изучавших вопрос истощения почвы, делали вывод, что ее плодородие в регионе так стремительно снижается именно из-за нехватки органических удобрений. Гораздо выгоднее использовать рабский труд для возделывания хлопчатника и табака, чем направлять его на выращивание кормов для скота. Южанам было известно, что хорошо удобренное поле принесет урожай в два-три раза больше, чем поля, лишённые органических удобрений, однако они круглогодично отправляли свой скот на выпас в леса. На большинстве плантаций не принималось практически никаких мер по сбору навоза и разбрасыванию его по по-

лям; многочисленные исторические документы свидетельствуют о плачевном состоянии южного скотоводства.

В статье, появившейся в 1827 г. в октябрьском выпуске «Georgia Courier», цитировалось письмо путешественника, оказавшегося проездом в Джорджии, который отмечал, что истощенная земля стала для общества генератором той движущей силы, которая направила неослабевающий поток переселенцев в западном направлении. «Сейчас я уже покинул Огасту; по пути я обгонял орды плантаторов-хлопководов из Северной Каролины, Южной Каролины и Джорджии в сопровождении больших групп негров, направлявшихся в Алабаму, Миссиссиппи и Луизиану – туда, «где земля все еще плодоносна для хлопчатника»¹⁹. Юг держал курс на Запад.

К 20-м гг. XIX в. рабство уже утрачивало экономическую жизнеспособность на всем восточном побережье страны. Джон Тейлор отмечал, что многие владельцы плантаций не желали отказываться от возделывания табака, каким бы малоприбыльным оно не было, потому что в этом случае они не смогли бы обеспечить своих рабов работой на зиму. В Северной Каролине заброшенных земель было столько же, сколько и обрабатываемых. Фермеры-конкуренты, обрабатывавшие на западе целинную почву, диктовали низкие цены на табак и хлопок, поэтому деградировавшие земли Пидмонта и побережья приносили мало прибыли. Содержание рабов становилось обременительным для их хозяев. «Niles Register» от 24 марта 1827 г. выражал недовольство сложившейся ситуацией. «Наши здравомыслящие плантаторы в большинстве своем считают, что табаководство в Мэриленде перестало быть прибыльным, и были бы рады практически повсеместно от него отказаться, если бы знали, что им делать со своими рабами»²⁰.

Плантаторы-переселенцы по-прежнему занимались своей разрушительной деятельностью на новых западных землях, куда их привело нежелание менять застарелые привычки. Один из жителей Алабамы отправил в августе 1833 г. письмо в «Farmer's Register», где выражал обеспокоенность по поводу этого замкнутого круга. «Я почти не надеюсь увидеть поворот

к лучшему в сельском хозяйстве этого штата. Наши плантаторы виновны в приверженности той же расточительной системе губительных для земли приемов, которой еще в незапамятные времена пользовались их пращур в Джорджии, обеих Каролинах и Виргинии. Они ведут непрекращающуюся войну с лесом и почвой, сея на своем пути разрушение и оставляя за спиной нищету»²¹. Взаимосвязь между поруганной землей и застоном в экономике Америки XIX века неоспорима. Приметы этого нация фермеров смогла разглядеть и самостоятельно.

Как издатель газеты «Cultivator» Джесс Бьюэл был самым авторитетным представителем консервативного фермерства, для которого развитие своих хозяйств выглядело предпочтительнее, чем переселение на запад. Родившийся в Коннектикуте спустя два года после того, как прогремели первые залпы Революции, Бьюэл служил подмастерьем в типографии, а в 20-х гг. XIX в. купил ферму. Лет через десять он стал ярким сторонником органических удобрений как залога процветания сельских районов, считая, что рачительное отношение к земле уберезет ее от износа. По его мнению, фермер был обязан обращаться со своей землей, как с доверенным ему имуществом, которое следовало в целостности и сохранности передать последующим поколениям.

Взгляды Бьюэла разделяли немецкие и голландские фермеры, эмигрировавшие в Пенсильванию; привнесенные ими прогрессивные европейские методы земледелия разительно отличались от типичных колониальных приемов. Их скромные угодья концентрировались вокруг огромных хлевов, где коровы перерабатывали кормовые культуры в молоко и навоз. Грязь для них, в отличие от большинства американских фермеров, была на вес золота. Их процветающие хозяйства приносили обильные урожаи, изумлявшие гостей с Юга, где опубликованный в 1932 г. очерк Эдмунда Раффина «Об известковых удобрениях» положил начало революции в сельском хозяйстве Америки.

Раффин, более известный исторической науке как один из ранних агитаторов за независимость южных штатов, верил, что агрохимия способна возродить плодородие земли — а так-

же весь Юг. В 1810 г. в шестнадцатилетнем возрасте Раффин унаследовал пришедшую в запустение семейную плантацию. Всеми силами, стараясь получить доход с полей, которые обрабатывались уже полтора столетия, он принял на вооружение глубокую вспашку, севооборот и защиту посевов от потравы – то, за что ратовал сельскохозяйственный реформатор Джон Тейлор. Результат Раффина не впечатлил, и он уже собрался было совершить исход на запад, когда ему в голову пришла мысль попробовать внести в почву мергель.

Результаты превзошли все ожидания. Вспашка крошила раковины окаменелостей прямо в грунт, что привело к увеличению урожая кукурузы почти вдове. Раффин стал применять мергель для удобрения других своих полей и практически удвоил урожай пшеницы. Сделав вывод, что почвы в Виргинии слишком кислые, чтобы успешно их возделывать, Раффин посчитал, что добавка карбоната кальция поможет органическим удобрениям поддерживать плодородие почвы. Его очерк вызвал интерес в широких кругах и получил благоприятные отзывы ведущих сельскохозяйственных журналов.

Последовав примеру Раффина, виргинские фермеры начали наращивать свои урожаи. Завоевавший популярность среди южан Раффин приступил к изданию «Farmer's Register» – ежемесячной газеты, посвященной развитию сельского хозяйства. В газете не было никакой рекламы, публиковались написанные фермерами статьи практического плана. Спустя несколько лет у Раффина уже было больше тысячи подписчиков. Стремясь составить конкуренцию вырастающей на Западе новой хлопководческой империи, только что избранный губернатор Южной Каролины Джеймс Хэммонд в 1842 г. нанял Раффина, чтобы тот определил и нанес на карту имеющиеся на территории штата месторождения мергеля. Десять лет спустя Раффин согласился занять пост президента недавно созданного Сельскохозяйственного общества Виргинии.

Завоевав широкую известность и уважение, Раффин жаждал общественного признания и в 50-е гг. XIX в. посвятил

себя борьбе за независимость южных штатов. Считая выход из союза единственным вариантом, он доказывал, что рабский труд содействовал развитию таких передовых цивилизаций, как Древняя Греция и Рим. Когда Раффин узнал об избрании Линкольна, он поспешил принять участие в конституционном конвенте, который утвердил ордонанс о сецессии. К тому времени, когда перешагнувший шестидесятилетний рубеж Раффин был отмечен наградой за первый выстрел по форту Самтер в апреле 1861 г., он уже успел поспособствовать началу агрохимической революции, продемонстрировав, что умелое воздействие на химический состав почвы способно повысить продуктивность сельского хозяйства.

Раффин считал, что почвы состоят из трех основных типов земли. Кремнеземы представляют собой горные породы, позволяющие воде беспрепятственно просачиваться, вследствие чего обеспечивают хороший дренаж почвы. Глиноземы (глины) впитывают и удерживают воду, создавая паутины трещин и расщелин, служащие миниатюрными резервуарами. Известняки могут нейтрализовать кислотность почвы. Раффин полагал, что плодородность сосредоточена в верхних нескольких дюймах грунта, где органический материал смешан с тремя типами земли. Правильное сочетание кремнезема, глинозема и известняка и составляет основу продуктивных сельскохозяйственных почв.

Раффин признавал, что эрозия пахотного слоя разрушительно воздействует на ее плодородие. «Вымывание верхних трех–четырёх дюймов обнажает стерильную подпочву... которая с той поры полностью лишается растительности»²². Как и другие авторитетные специалисты в области сельского хозяйства, он тоже верил, что органические удобрения помогут возродить Юг. Вместе с тем, он считал, что обогащающая способность органики зависит от естественного плодородия почвы. Органические удобрения не будут способствовать увеличению урожаев на кислых почвах, если кислотность предварительно не нейтрализовать. По мнению Раффина, известковый грунт вряд ли сам по себе может служить удобрением для растений,

однако добавленные в известняк органические удобрения способны высвободить скрытую плодородность и вновь превратить бесплодную землю в плодородные поля.

Кроме того, Раффину было ясно, что рабство ставит Юг в зависимость от необходимости расширять рынок сбыта родившихся на плантациях рабов. Он считал, что излишки рабов нужно экспортировать, если невозможно повысить сельскохозяйственное производство до уровня, достаточного для удовлетворения потребностей растущего народонаселения в продовольствии. Взгляды Раффина на реформу сельского хозяйства и политику вошли в противоречие с реалиями Гражданской войны. Вскоре после капитуляции генерала Ли он закончил жизнь самоубийством.

Проблема истощения почв беспокоила не только южан. К 40-м гг. XIX в. в обращениях, адресованных сельскохозяйственным обществам Кентукки и Теннесси, неоднократно звучала тревога по поводу того, что новые штаты стремительно уподобляются Мэриленду и Виргинии, хищнически эксплуатируя свои плодородные земли. С развитием механизации сельского хозяйства в середине XIX в. урожаи пшеницы с одного акра в Нью-Йорке были вдвое ниже, чем во время колонизации, несмотря на достижения агротехники. И все же для более диверсифицированной экономики Севера последствия истощения почвы были не столь ощутимыми, как на Юге.

В 40-х гг. XIX в. британский геолог Чарльз Лайелл объезжал предвоенный Юг, делая остановки для того, чтобы обследовать глубокие овраги, образованные стоками на недавно расчищенных полях Алабамы и Джорджии. Изначально собираясь использовать овраги для изучения глубоко выветренных коренных пород под почвенным покровом, Лайелл обратил внимание, что после обезлесения верхний слой почвы подвергся стремительной эрозии. По всему региону неизменно отсутствовали какие-либо следы более ранних случаев оврагообразования, что наводило на мысль о фундаментальном изменении ландшафта. «Судя по темпам денудации, вызванной здесь вымыванием после расчистки или вырубки деревьев, я

делаю вывод, что эта местность была постоянно покрыта густым лесом еще с тех самых пор, когда впервые появилась над морской поверхностью»²³. Лайелл не сомневался, что расчистка пологих холмов для сельскохозяйственной обработки нарушила издревле сохранявшееся равновесие. Эта земля буквально разрушалась на глазах.

Один из оврагов привлек особенно пристальное внимание Лайелла. Расположенный в трех с половиной милях к западу от Миллиджвилла по дороге на Макон, он начал формироваться в 20-е гг. XIX в., когда обезлесение подвергло землю прямой атаке природных стихий. Летом в богатом глиной грунте появились гигантские расселины трехфутовой глубины. Собирая дождевую воду, они провоцировали усиленный эрозионный сток, который еще больше углублял ущелье. К 1846 г., когда Лайелл вел свои наблюдения, овраг превратился в настоящую пропасть глубиной более пятидесяти футов, шириной почти в двести футов и длиной в три сотни. Подобные вымоины глубиной до восьмидесяти футов и поглотили недавно расчищенные поля в Алабаме. Лайелл видел в повсеместном появлении таких оврагов серьезную угрозу для сельского хозяйства Юга. Вымывание грунта происходило намного быстрее, чем процесс почвообразования, каким бы интенсивным он ни был.

Проезжая через слабовсхолмленную местность по направлению к Монтгомери, Лайелл поражался размерам огромных еловых пней на недавно расчищенном от деревьев участке. Чтобы выяснить, сколько лет потребуется для восстановления такого леса, он измерил диаметр спилов и подсчитал годовые кольца. Самый маленький оказался почти два с половиной фута в диаметре и содержал сто двадцать годовых колец; самый крупный достигал четырех футов в диаметре и насчитывал триста двадцать колец. Лайелл не сомневался, что в измененном ландшафте воссоздать столь внушительные деревья невозможно. «Исходя из того, сколько времени требуется дереву, чтобы достичь таких размеров, мы можем с уверенностью утверждать, что после расчистки местности последующие поколения подобных деревьев не увидят – разве что там, где их пожелают со-

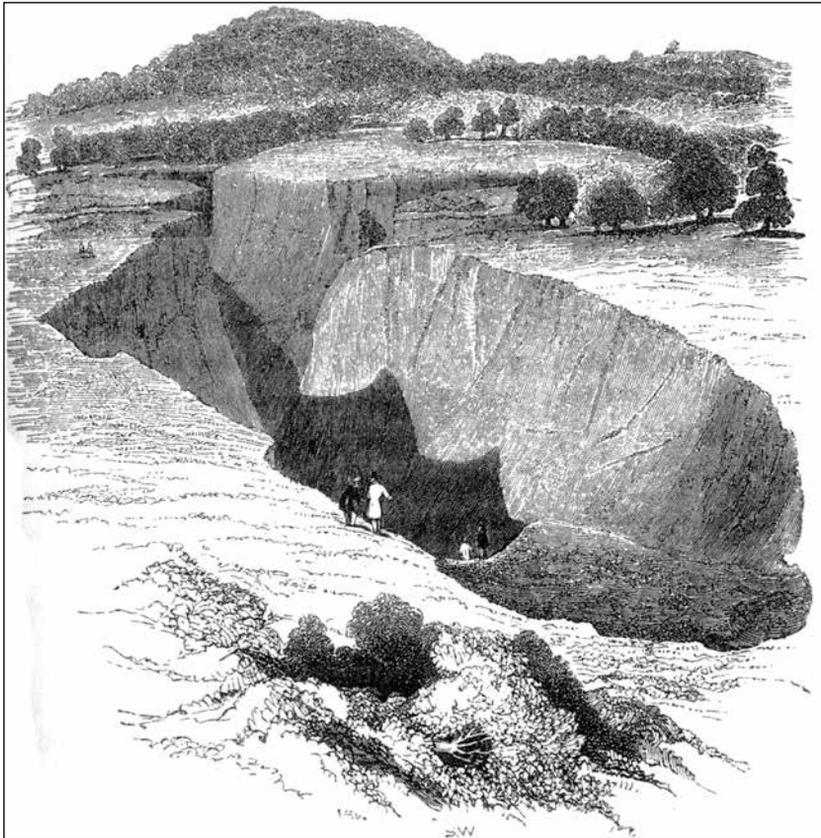


Рисунок 14. Изображение оврага близ Миллиджвилла, штат Джорджия, в 40-х гг. XIX в. за авторством Чарльза Лайелла (Lyell 1849, fig. 7).

хранить как декоративные насаждения»²⁴. Табак, хлопчатник и кукуруза пришли на смену огромным лесным деревьям, веками покрывавшим эту местность. Лишившись защиты, обнажившаяся девственная почва вымывалась из ландшафта с каждой новой грозой.

Помимо впечатливших его оврагов Лайелл встретил на своем пути семьи, покидавшие свои фермы и направлявшиеся в Техас или Арканзас. Обгоняя переселенцев, тысячами двигавшихся в западном направлении, Лайелл писал, что все встречные задавали ему вопрос: «Переселяетесь?» Показав известному геологу несколько окаменелостей, один пожилой джентльмен

предложил продать Лайеллу все свое имение. Лайелл одолел его расспросами, почему он так рвется сбыть с рук землю, которую самостоятельно расчистил и за счет которой жил два десятка лет. Ответ был таким: «Надеюсь, что именно в Техасе буду чувствовать себя как дома – ведь все мои бывшие соседи уже там»²⁵.

Путешествуя по многим южным штатам на каноэ, обзревая реки на своем пути, Лайелл писал, что заинтересованный наблюдатель не может не заметить, как разительно ускорился эрозионный процесс после вырубki лесов и окультуривания земель. Чтобы распознать признаки катастрофической эрозии почвы не требовалось специальных знаний в области геологии. Люди, которых он встречал на реке Алтамаха в штате Джорджия, рассказывали ему, что вода в реке даже во время паводков была чистой – до тех пор, пока землю вверх по течению не расчистили для посева. Еще в 1841 г. местные жители могли определить источник паводковых разливов, вызванных отдельными грозами, поскольку приток, вдоль которого леса были вырублены, приносил красную от грязи воду, а приток, все еще окруженный лесом, оставался кристально чистым даже во время сильной бури. К тому времени, когда Лайелл посещал эти места, прежде считавшийся чистым приток уже нес мутную воду – ведь коренное население оттуда прогнали, а землю расчистили для сельскохозяйственной обработки.

Цена, которую платили земля и общество за принятые в те времена методы ведения сельского хозяйства, не скрывалась. В отчете уполномоченного по патентам за 1849 г. была сделана попытка подсчитать ущерб для страны:

Даже если разумно израсходовать тысячу миллионов долларов, это вряд ли поможет восстановить сто миллионов акров частично истощенных земель Союза до того первобытного состояния, когда их богатство перегноем, их плодородие позволяли постоянно снимать урожай... Земли в штате Нью-Йорк, которые семьдесят лет тому назад приносили от двадцати пяти до тридцати пяти бушелей пшеницы с одного акра, сейчас позволяют собрать всего

лишь от шести до девяти бушелей, а во всех старых земледельческих штатах истощение почвы привело к еще более масштабным и еще более плачевным результатам²⁶.

Так как падение урожаев было очевидным во всех штатах, подписавших Декларацию независимости, вопрос о том, как защитить плодородие почвы, представлял собой фундаментальную проблему. «Складывается впечатление, что ни одно из правительств не осознает своего долга в деле «обеспечения роста общественного благосостояния» путем... связывания каждого земледельца обязательством перед грядущими поколениями оставлять после себя земли такими же плодоносными, какими они были при их освоении»²⁷. Перед началом Гражданской войны сельскохозяйственная периодика по всей стране вела ожесточенную борьбу с двойным злом – эрозией почвы и ее истощением. По мере того, как все более острым становился вопрос дефицита неосвоенных земель, неуклонно нарастал и вал обращений, призывавших внедрять методы сохранения и улучшения почв.

Непосредственные причины истощения почвы на предвоенном Юге не были секретом. Первейшие среди них – непрекращавшаяся череда посевов без севооборота, недостаточное поголовье скота для производства навоза, нерациональная вспашка вниз и вверх по склонам холмов, в результате чего взрыхленная почва становилась беззащитной перед ливнями. Однако были и косвенные социальные причины, приводившие к использованию столь недальновидных подходов.

Нет никакого сомнения в том, что плантаторами двигало стремление получить максимальную выгоду в кратчайшие сроки. Земли было в избытке, земля была дешевой. Год за годом, двигаясь все дальше вглубь материка, плантатор мог с выгодой для себя брать под обработку все новые и новые целинные земли – пока целина не закончится. Расчистка новых полей стоила недорого, если сравнивать со стоимостью аккуратной распашки, террасирования и внесение навоза на использованных землях. И все же целина требовала корче-

вания; нужно было перевозить семью, все имущество, включая рабов, в недавно учрежденные западные штаты. С учетом того, что переезд обходился дорого как в социальном, так и в материальном плане, что же мешало отказаться от такого способа земледелия перед лицом неоспоримых свидетельств о его разрушительном воздействии на землю?

Во-первых, владельцы крупных плантаций – те, кому и должна была быть ясна проблема истощения почвы – не обрабатывали принадлежащую им землю. Как и две тысячи лет назад в Древнем Риме, отсутствие хозяина на принадлежащей ему земле приводило к ее бездумной эксплуатации. Надсмотрщикам и фермерам-арендаторам, получавшим процент с собранного урожая, увеличивать до предела его ежегодные объемы было выгоднее, чем оберегать капиталовложения землевладельца, поддерживая плодородие почвы. Время, потраченное на контурную вспашку, борьбу с появляющимися оврагами или доставку навоза на поля, снижало их непосредственную выручку. Надсмотрщики, которые редко оставались на одном участке более года, выжимали максимум из вверенного им хозяйства, тем самым ускоряя деградацию почвы.

Другим существенным препятствием на пути сельскохозяйственной реформы была несовместимость института рабства и технологий, позволяющих повернуть вспять процесс деградации почвы. В какой-то степени интенсивная эрозия почвы на предвоенном Юге тоже способствовала развязыванию Гражданской войны. Нас учат, что Гражданская война велась ради отмены рабства, однако умалчивают, что монокультуры табака и хлопчатника, составлявшие основу экономики южных штатов, приносили прибыль только благодаря рабскому труду. Рабство было не просто особенностью местного уклада – на нем держалось благосостояние всего региона, и не только потому, что Юг был аграрным; многие северные штаты мало чем отличались в этом плане. Рабство служило фундаментом типичной для всего Юга, ориентированной на экспорт монокультуры, которую выращивали на продажу с целью извлечения прибыли.

Конечно, любая современная интерпретация Гражданской войны должна учитывать целый комплекс условий и событий, предваривших развязывание военных действий. Обычно основными причинами Гражданской войны называют разногласия из-за тарифов и учреждение центрального банка, аболиционистскую агитацию в Конгрессе и на всем Севере в целом, а также принятие законов о беглых рабах. Движение за отмену рабства явно стало реакцией на повсеместное его распространение на Юге. Однако в период, предшествовавший Гражданской войне, самым непредсказуемым был вопрос о статусе института рабства в новых западных штатах.

Напряженность достигла пика после принятия Верховным судом в 1857 г. печально известного решения по делу Дреда Скотта, постановившего, что рабы не являются гражданами и поэтому не имеют права добиваться своего освобождения в судебном порядке. Пять из девяти судей Верховного суда были выходцами из семей рабовладельцев. Семеро были назначены президентами из числа уроженцев южных штатов, которые поддерживали рабство. Этим решением Миссурийский компромисс 1820 г. был объявлен неконституционным в силу того, что федеральное правительство не имело полномочий запрещать рабство на новых территориях. Южане приветствовали столь явную поддержку своих взглядов.

Возмущенные северяне—аболиционисты сплотились вокруг быстро обретавшей популярность Республиканской партии и после долгой серии политических маневров номинировали на президентский пост кандидата из аутсайдеров Авраама Линкольна, ратовавшего за запрет дальнейшего распространения рабства. В стане демократов произошел раскол, когда северяне поддержали Стивена Дугласа, а южане отказались сделать это, отдав предпочтение кандидатуре вице-президента Джона Брекинриджа из Кентукки. Партия конституционного союза, состоявшая из твердолобых вигов, выдвинула кандидатом Джона Белла из Теннесси.

Раскол в рядах оппозиции сыграл на руку Линкольну. Результаты выборов разделились по географическому принципу.

Южные штаты проголосовали за Брекинриджа, пограничные штаты Кентукки, Виргиния и Теннесси – за Белла, а Дуглас собрал голоса в Миссури и Нью-Джерси. Линкольн довольствовался всего 40% голосов всех избирателей, но получил большинство в коллегии выборщиков – его поддержали все северные штаты, плюс недавно образованные Калифорния и Орегон.

После того, как Линкольн обосновался в Белом доме, вероятность войны возросла. Мотивацию северян, предопределившую войну, понять нетрудно. Аболиционисты считали рабство аморальным. Многие северяне рассматривали легализованное рабство как немыслимое явление в государстве, основанном на принципе равенства всех людей от рождения. И все же, несмотря на то, что немедленное упразднение рабства отвечало чаяниям подавляющего большинства северян, многие прагматично считали достаточным предотвратить проникновение рабства на новые территории.

Точку зрения южан в преддверии войны понять сложнее: она была такой же прагматичной, но менее гибкой. Большинство жителей Юга не сомневались, что с избранием Линкольна рабству – или, по крайней мере, его экспансии на Западе – придет конец. Многих злило вмешательство северян в их внутренние дела – в то, что они считали своими частными имущественными интересами. Некоторые приходили в ярость от того, что честь всего Юга якобы поставлена под угрозу. Однако с учетом того, что президентство Линкольна означало введение только ограничительных мер (вопрос о полной отмене рабства не стоял на повестке дня до самой войны) и что лишь менее четверти южан фактически владели рабами, почему же этот вопрос вызвал такие политические коллизии, приведшие к расколу страны?

Как это часто бывает, прозрение наступает, когда на авансцену выходят деньги. Экономическая целесообразность ограничения экспансии рабства определяется той основополагающей ролью, которую играло истощение почвы в формировании плантационного сельского хозяйства и всей экономики Юга.

Большинство родителей, воспитывающих детей—подростков, знают, что подневольный труд редко приводит к качественному результату. Поэтому неудивительно, что даже лучшие из рабов обычно не проявляли инициативы, рачительности и сноровки. Вместо этого рабы, как правило, предпочитали прилагать к работе столько старания, сколько требовалось для того, чтобы избежать порки. Их не могли выгнать с работы, поэтому у них не было стимула выполнять ее хорошо. Сама природа рабского труда исключала творческий подход и совершенствование мастерства в своем деле.

Сельское хозяйство, ориентированное на нужды обрабатываемой земли, требует пристального внимания к деталям и гибкости в управлении фермой. Отсутствующие на принадлежащей им земле хозяева, наемные надсмотрщики и подневольные рабы ничего этого не делали. Более того, неизменным условием функционирования системы трудовых отношений, построенной на конфликте интересов при единстве целей и приводимой в движение силовыми методами, является концентрация работников в одном месте. Монокультурное плантационное земледелие, таким образом, ограничено вписывалось в свод правил рабского труда, в его привычную рутину. В то же самое время использование рабов приносило наибольший доход, когда они год за годом выполняли несложные привычные обязанности.

Вплоть до 90-х гг. XVIII в. на плантациях, где использовался рабский труд, не выращивали практически ничего, кроме табака. Труд рабов становился все менее экономически выгодным по мере того, как южные плантаторы принимались возделывать все большее разнообразие культур и нарастили к концу XVIII в. поголовье скота. Многие на Юге верили, что рабство постепенно уйдет в экономическое небытие, однако подъем хлопководства вдохнул новую жизнь в работорговлю. Культура хлопчатника так же губительно воздействовала на землю, как и табак, а ее зависимость от рабского труда была еще больше.

Фактически рабский труд нуждался в монокультурном земледелии, при котором большую часть года земля оставалась

незащищенной и подвергалась эрозии. Зависимость от монокультуры препятствовала севообороту и мешала развивать стабильные источники органических удобрений. Если не выращивать ничего, кроме табака или хлопчатника, то невозможно заниматься скотоводством – ведь для прокорма животных требуется зерно и травы. Появление института рабства сделало монокультурное земледелие экономической необходимостью – и наоборот. За полвека, предшествовавших Гражданской войне, зависимость южного сельского хозяйства от рабского труда так и не позволила ввести в общепринятую практику почвозащитные приемы и тем самым фактически обрекла почву на истощение.

В отличие от Юга сельское хозяйство Новой Англи с самого начала было в большей степени диверсифицировано, так как там не выращивали прибыльных экспортных культур. Тот факт, что в северных штатах рабство изжило себя до конца XVIII в., вероятно, нельзя объяснить только лишь наличием таких абстрактных идеалов, как вселенская свобода и человеческое достоинство. Причиной этого стала тривиальная реальность: так далеко на севере табак было не вырастить. Без постоянного широкомасштабного доминирования монокультуры рабство могло бы отмереть на Юге не намного позже, чем на Севере.

И все же этим невозможно объяснить резкое неприятие южанами предложенного Линкольном ограничения распространения рабства. В конце концов, рабство в южных штатах само по себе не являлось камнем преткновения на выборах 1860 г. Нужно учитывать, что рабы вместе со своими владельцами переселялись на запад. Во время проведения первой национальной переписи населения 1790 г. 92% всех рабов Юга проживало в Мэриленде, Виргинии и обеих Каролинах. Два десятилетия спустя, после запрета на ввоз новых рабов, в прибрежных штатах все еще находилось 75% рабов Юга. До 30–40-х годов XIX в. многие рабовладельцы атлантических штатов целенаправленно поощряли размножение рабов для пополнения западных рынков. Для тех плантаторов, которые

оставались оседлыми и продолжали обрабатывать истощенные поля, работорговля стала с экономической точки зрения спасательным кругом. В 1836 г. более сотни тысяч рабов было вывезено морем из Виргинии. По оценке одного из современников, в конце 50-х гг. XIX в. естественное разведение рабов стало в Джорджии самым доходным занятием. Данные переписи 1860 г. позволяют предположить, что стоимость рабов непосредственно составляла почти половину стоимости всех активов Юга, находившихся в личной собственности, включая земли. К началу Гражданской войны почти 70% рабов Юга уже трудилось к западу от Джорджии.

Вопрос о том, станут ли Миссури, Техас и Калифорния рабовладельческими штатами, был решающим для мигрирующих в западном направлении плантаторов. Трудоемкая плантационная экономика Юга требовала мобилизации рабочей силы. К тому же, с любой практической точки зрения, стремительная эрозия почвы и ее истощение вследствие повсеместного использования в земледелии рабского труда приговорили институт рабства либо к непрерывной экспансии, либо к коллапсу. Запрещение рабства на Западе обесценило бы живой товар – и тем самым обрушило бы благосостояние Юга, сократив его вдвое. Таким образом, избрание Линкольна ставило рабовладельцев на грань финансового краха.

Хозяева плантаций знали, что в новых штатах могут возникнуть новые рынки для торговли рабами и их потомством. Все ожидали, что легализация рабовладения в Техасе удвоит стоимость рабов. Территориальная экспансия рабства стала детонатором грядущей Гражданской войны, так как имела огромное экономическое значение для класса землевладельцев Юга. Продолжались ожесточенные споры по поводу моральной стороны вопроса, однако трения между штатами начались только после того, как с избранием президента появилась угроза ограничения экспансии рабства.

Можно принимать или не принимать этот аргумент на веру, но нельзя оспаривать тот непреложный факт, что коло-

ниальное земледелие привело к эрозии обширных земель на восточном побережье. Свидетельством этому может служить сама почва. Почвенные профили и пойменные осадочные отложения позволяют реконструировать интенсивность, временные рамки и масштаб эрозии почвы на колонизированных землях Северной Америки. Вместо глубокого черного пахотного слоя, описанного первыми переселенцами из Европы, современные горизонты *A* тонки и глинисты. В некоторых местах пахотный слой вообще отсутствует, а поверхность грунта образована подпочвой. На отдельных территориях плато Пидмонт, которые когда-то обрабатывались, вся почва утрачена полностью, а на поверхность выступили выветренные горные породы. В эпоху колонизации европейцами применяемые ими методы землепользования десятикратно ускорили процесс почвенной эрозии.

Везде на территории восточного побережья видны свидетельства эрозии, происходившей здесь со времен колонизации. По оценкам, после расчистки лесов колонизаторами средняя глубина почвенной эрозии на плато Пидмонт колеблется от трех дюймов до более фута. С тех пор, как фермеры-колонисты начали движение вглубь страны, почвенный профиль этой возвышенности сократился за счет верхнего слоя горизонта *A* на глубину от четырех до восьми дюймов. Почвы южного Пидмонта от Виргинии до Алабамы потеряли в среднем семь дюймов. Верховые почвы на двух третях территории Пидмонта, принадлежавших Джорджии, утратили от трех до восьми дюймов. Полтора века сельского хозяйства на каролинской части плато Пидмонт привели к уменьшению пахотного слоя на глубину от шести дюймов до фута. Ускорившаяся эрозия набрала особо опасный темп в условиях колониального землепользования, причем эта проблема до сих пор не теряет остроты. Твердые стоки на лесных и сельскохозяйственных землях востока США свидетельствуют, что сельхозугодья и сейчас теряют почву в четыре раза быстрее, чем лесные угодья.

Социально-экономические последствия эрозии почвы в период колонизации не ограничивались миграцией земледельцев

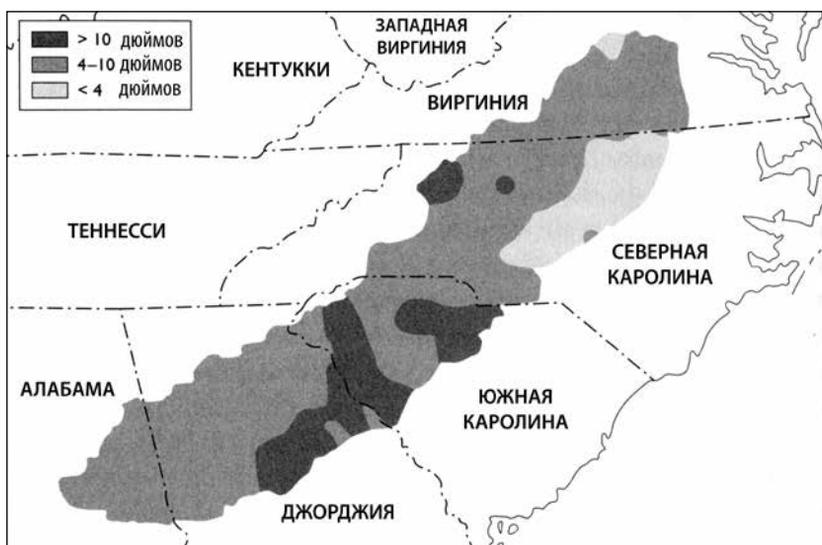


Рисунок 15. Карта плато Пидмонт на юго-востоке США, показывающая общую глубину пахотного слоя почвы, подвергавшегося эрозии со времен колонизации до 1980 г. (Meade 1982, 241, рис. 4, с поправками).

в поисках новых земель для выращивания табака. Точно так же, как в Древней Греции и Риме, порты побережья задыхались от осадочных отложений. Большинство колониальных портовых городков располагалось как можно глубже внутри страны с тем, чтобы свести к минимуму транспортировку табака по суше. Однако именно эти места больше всего страдали от последствий ускоряющейся эрозии, когда вымываемая с холмов почва достигала устья рек. Полвека обработки земель вверх по течению превратили многие порты на открытой воде в грязевые наносы. Как отмечал Джон Тейлор, илстые отложения, смытые со склонов холмов в результате сельскохозяйственной обработки возвышенностей, накапливались в поймах, заполняли прибрежные реки и ручьи, закупоривали устья. В те времена, когда реки служили магистральными артериями всей страны, осадочные породы, смываемые с холмов и накапливавшиеся в реках и портах, представляли собой всеобщую проблему.

В штате Мэриленд колониальные порты Джоппа Таун и Элк Ридж, расположенные по обе стороны от Балтимора, превра-

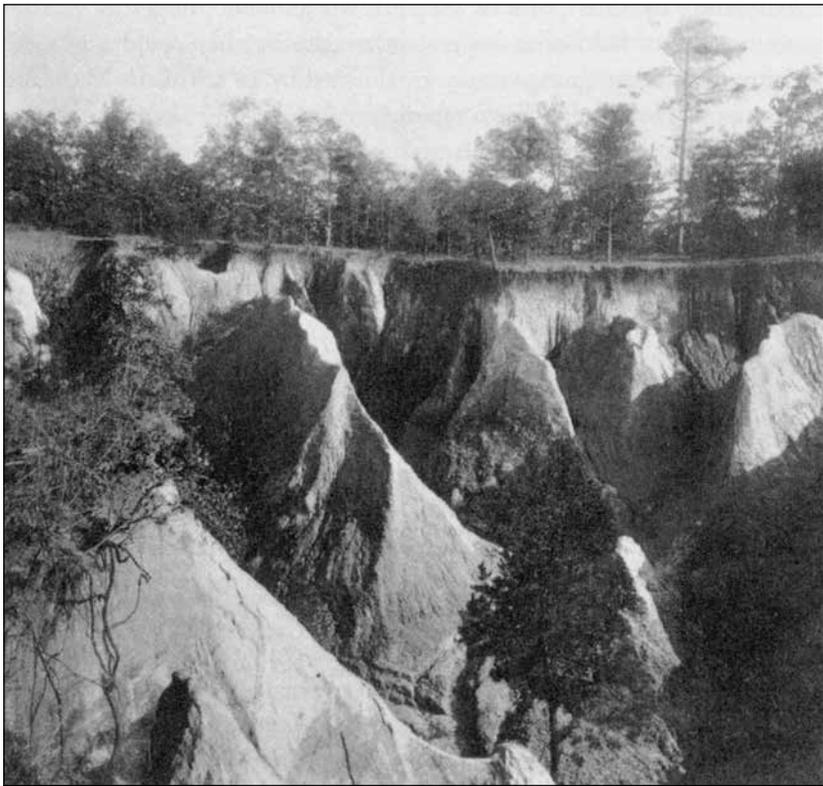


Рисунок 16. Система оврагов в Северной Каролине около 1911 г. (Glenn 1911, илл. ШЬ).

тились в заброшенные поселения после того, как туда уже не могли причалить океанские суда. Основанный законодательным актом штата Мэриленд в 1707 г. Джоппа Таун стремительно развивался, став важнейшим морским портом всей колонии. Самые крупные океанские торговые суда вставали под загрузку к его причалам, пока расчистка нагорных территорий не положила начало процессу эрозии, а следовательно и загрязнению залива. К 1768 г. административный центр округа переместился в Балтимор, где гавань была свободна от наносов. В 40-х гг. XX в. останки старых причальных сооружений уже были скрыты от глаз сотней футов покрытой лесом земли, возникшей там, где прежде бросали якорь многомачтовые корабли.

С 1846 по 1938 г. Чесапикский залив обмелел в верхней части, по меньшей мере, на два с половиной фута из-за того, что на его дно оседала грязь с окрестных фермерских хозяйств. В заливе также накапливались осадочные отложения вплоть до верхней точки навигации по реке Потомак. Через десяток лет после того, как в 1751 г. был основан Джорджтаун, городские власти соорудили общественный причал длиной шестьдесят футов, достигавший глубоководного участка реки. Если в 1755 г. британская флотилия, состоявшая из тяжелых военных судов, вошла в реку и пришвартовалась выше Джорджтауна, то к 1804 г. осадочные отложения уже заполнили русло реки по всему фарватеру.

Споры о причинах заиливания Потомака осложнили ход дебатов в Конгрессе, когда решался вопрос о том, как бороться с этим явлением. К 1837 г. глубина реки выше Длинного моста не превышала трех футов; некоторые считали, что вина за это лежит на мостостроителях, другие винили Джорджтаунскую насыпную дорогу. Истинную причину нашел инженер Альфред Райвз, проводивший в 1857 г. обследование мостов через Потомак: виновата стремительная эрозия почвы из-за огульного распахивания склонов холмов в округе. В наши дни на том самом месте, где в XVIII в. ходили суда, воздвигнут Мемориал Линкольна, а описание прозрачной, как слеза, реки Потомак, оставленное в 1634 г. проповедовавшем среди индейцев миссионером Эндрю Уайтом, читается как чистой воды беллетристика. «Это прекраснейшая и величественнейшая из всех виденных мною рек, по сравнению с которой Темза – не больше мизинца. Вокруг нее ни болот, ни топей, только сухая, твердая земля... Почва... великолепна... наверху, как правило, черный гумус, а на глубине в один фут – грунт красноватого цвета... Там в изобилии текут нежные родники, пить из которых – одно удовольствие»²⁸.

Скорость образования наносов в бухте Фернас, находящейся внутри Чесапикского залива чуть к востоку от того места, где в него впадает река Саскуэханна, выросла почти в двадцать раз после того, как там поселились европейские колонисты. В

Оттер-Пойнт-Крике, что в штате Мэриленд, скорость седиментации в приливно-отливной пресноводной дельте в верхней части Чесапикского залива, возросла шестикратно после 1730 г., а затем еще в шесть раз к середине первого десятилетия XIX в. В болоте, находившемся во Флэт-Лорел-Гэп, ущелье Голубого хребта в Северной Каролине, скорость осаждения наносов оставалась сравнительно стабильной на протяжении более трех тысяч лет, а затем выросла в четыре–пять раз, когда примерно в 80-х гг. XIX в. расчистка земли под пашню не достигла гребня этого хребта.

Рабство не было единственной причиной того, что на Юге проблема эрозии стояла острее, чем на Севере. Оголенные поля на Юге были более уязвимы для эрозии, потому что интенсивность атмосферных осадков могла достигать полутора дюймов в час, в то время как замерзающая земля и снежный покров на Севере в период зимних бурь снижали эрозию до минимума. Кроме того, топография Юга характеризуется более крутыми склонами по сравнению с Новой Англией, где контуры сформированного ледниками рельефа мягче.

Деградация южных земель в результате эрозии продолжалась и после Гражданской войны. Леонидас Чалмерс Гленн, который в 1904–1907 гг. проводил по заданию Геологической службы США региональное исследование эрозионных проблем в южной части Аппалачей, отмечал, что местные агротехнические приемы мало изменились со времен колонизации.

Только что расчищенную землю обычно засеивают кукурузой, выращивают ее в течение примерно двух–трех лет, потом два–три года используют под другие зерновые..., а потом снова несколько лет под кукурузу. К этому времени земля, если за ней как следует не ухаживать, обедняется, так как утрачивает свой первоначальный гумус. Почва становится менее пористой, уменьшается ее способность впитывать осадки, и начинается эрозия. Меры по предотвращению или сдерживанию эрозии принимаются редко, поэтому она быстро усиливается, так что поле вскоре остав-

ляют и расчищают новое... Многие пашни истощаются, и их покидают еще до того, как повалят все опоясывающие вырубку деревья. Новые площади обычно расчищают рядом с заброшенным полем, и на них повторяется тот же разрушительный цикл.

Хоть это и заняло не одну сотню лет, но расчистка земель для сельскохозяйственных нужд все же достигла самых отдаленных горных территорий региона, во многом повторив процессы, происходившие в Греции, Италии и Франции. «Оказалось, что в некоторых местах медленно вымывалась вся поверхность почвы – с каждым проливным дождем исчезал тонкий пласт или покров, плодородный слой постепенно оскудевал и истончался, и в конце концов истощенное поле переставали обрабатывать... Поверхностная эрозия прогрессирует настолько медленно и постепенно, что некоторые фермеры ее попросту не замечают, полагая, что их почвы деградируют из-за снижения плодородия, в то время как они неспешно и практически незаметно разрушаются до подпочвенного слоя»²⁹.

К началу XX в. более пяти миллионов акров ранее обрабатывавшихся земель на Юге не использовались из-за пагубных последствий почвенной эрозии.

Когда в 30-х гг. XX в. правительство начало поддерживать решительные действия по введению почвозащитных мер, недавно созданная Служба охраны почв США не предложила никаких радикально инновационных идей. «Большинство применяемых в настоящее время способов борьбы с эрозией, таких как использование бобовых культур и злаковых трав, глубокое пропахивание, контурная вспашка и рытье нагорных водоотводных канав как прообраз современного террасирования, либо были самостоятельно разработаны фермерами Виргинии, либо стали им известны еще в первой половине девятнадцатого века»³⁰. Фактически, эти методы или схожие практики в большинстве своем веками использовались в Европе и были известны еще со времен Римской империи. Если эти приемы были настолько хороши и применялись так долго, почему же

потребовалось столько времени, чтобы внедрить их повсеместно? Томас Джефферсон и Джордж Вашингтон могут оспаривать как причину проблемы, так и средства ее решения, однако сегодня уроки Старого Света и колониальной Америки отходят на задний план в свете того, что такая же история происходит в долине Амазонки, где бразильское правительство длительное время потворствовало крестьянам, позволяя им вырубать тропические леса для умиротворения призывов к проведению земельной реформы.

По иронии судьбы, сама Амазонка дает ключи к решению проблемы. Недавно рядом с плато Каражас археологи обнаружили участки с невероятно плодородным черноземом. Предполагается, что этим богатым перегноем, который называют *terra preta*, может быть покрыта десятая часть всей Амазонии. Эта явно не тропическая почва не только кормила в течение нескольких тысячелетий крупные поселения, но и сама была результатом интенсивного антропогенного воздействия. Жители Амазонии, вынужденные добывать пропитание с земли, бедной питательными веществами, улучшали почву, активно используя компост и бережно ее обрабатывая.

Образовавшаяся на пологих, окаймляющих реки холмах *terra preta* изобилует керамической крошкой и органическим мусором с высоким содержанием древесного угля и следами переработки экскрементов, органических отходов, костей рыб и животных в концентрированные питательные вещества. Повсеместно встречающиеся урны с прахом позволяют предположить, что население также подвергало себя переработке. Возраст древнейших отложений превышает две тысячи лет. Приемы, позволившие сформировать *terra preta*, распространились вверх по реке примерно на протяжении тысячелетия и вполне эффективно способствовали процветанию оседлых племен в условиях, которые прежде обеспечивали средствами к существованию разбросанное и очень мобильное население.

Толщина пластов *terra preta* обычно колеблется от одного до двух футов, но может достигать глубины в шесть футов и более. В отличие от типичного для тропиков подсечно-огнево-



Рисунок 17. Эродированная земля на арендованной ферме. Округ Уокер, Алабама, февраль 1937 г. (Библиотека Конгресса, LC-USF346—025121-D).

го земледелия, жители Амазонии подмешивали в почву древесный уголь, а затем использовали свои поля как площадки для компостирования. Накопив в два раза больше органических веществ, чем почвы по соседству, *terra preta* лучше удерживает питательные вещества и содержит больше почвенных микроорганизмов. Некоторые почвоведы-экологи считают, что жители Амазонии добавляли богатую микроорганизмами почву, чтобы начать процесс компостирования, так же, как пекарь добавляет дрожжи, чтобы испечь хлеб.

Радиоуглеродное датирование *terra preta* в Асутубе, рядом с местом слияния Амазонки и Риу-Негру, показало, что эта местность заселялась на протяжении почти двух тысяч лет с тех пор, как около 360 г. до н. э. начал формироваться чернозем, и, по меньшей мере, до 1440 г. н. э. Когда путешественник Франсиско де Орельяна в 1542 г. поднимался вверх по течению Амазонки, ему встречались крупные поселения всего лишь на расстоянии «полета стрелы» друг от друга. Его конкистадорам пришлось спасаться бегством от толпы людей, которыми ки-

шла река на большом участке около устья Тапажоса, где terra preta покрывала несколько квадратных миль и могла обеспечивать существование нескольких тысяч жителей.

Географ Уильям Деневан считает, что подсечно-огневое земледелие, когда фермеры через каждые два–четыре года переходят к обработке новых участков, появилось на Амазонке относительно недавно. Он утверждает, что, поскольку расчищать территорию от огромных лиственных деревьев с помощью каменных инструментов было нелегко, частая расчистка новых полей становилась нерациональной. Вместо этого, по его мнению, жители Амазонии практиковали интенсивное агролесоводство, совокупно используя подлесок и древесные культуры для защиты полей от эрозии, что со временем позволяло сформироваться плодородному чернозему.

Во многом подобно компостной куче, которой пользовалась вся деревня, почвы terra preta, как представляется, возникали путем подмешивания в грунт золы от костров и разложения закопанного мусора. Такое же потемнение и обогащение почвы было замечено вокруг деревень в джунглях северо-восточного Таиланда. Аборигенные общины нередко постоянно поддерживали пламя в горящих кострах, а залежи terra preta приобретали линзообразную форму, что указывает скорее на их аккумуляцию в деревнях, чем вокруг них. Относительно высокое содержание фосфора и кальция в terra preta также предполагает участие золы, костей рыб и животных, а также мочи. По оценкам, слой terra preta увеличивался на дюйм каждые двадцать пять лет, то есть его шестифутовая глубина является результатом нескольких тысячелетий существования. Сегодня terra preta выкапывают и продают тоннами, чтобы разбросать по дворовым участкам в урбанизируемых частях Бразилии.

Независимо от того, идет ли эрозия почв катастрофическими темпами или растягивается на столетия, ее ускорение разоряет ту часть населения, жизнедеятельность которой зависит от плодородия земли. Все остальное – культура, искусство, наука – зависит от достаточности сельскохозяйственного производства. Таковую, не слишком очевидную во времена благоден-

ствия зависимость нельзя не заметить, когда сельское хозяйство приходит в упадок. С недавних пор проблема экологических беженцев, гонимых с насиженных мест последствиями почвенной эрозии, по остроте не уступает политической эмиграции, пополнив ряды самых серьезных гуманитарных проблем нашего мира. Хотя неурожаи и голод признаны стихийными бедствиями, они предопределены хищническим землепользованием не в меньшей степени, чем разгулом стихии.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ



Пылевой поток

В одиночку человек не способен остановить пылевой поток, но может в одиночку положить ему начало.
Управление безопасности фермерских хозяйств



СЕВЕРНАЯ КАНАДА ОЧАРОВАЛА МЕНЯ в тот погожий денек, когда я впервые в жизни летел через полюс из Сиэтла в Лондон. Пока остальные пассажиры были поглощены перипетиями какой-то голливудской эпопеи, я впитывал в себя бескрайние просторы оголенных скал с мелкими озерами, проползавшими внизу в шести милях от меня. В течение десятков миллионов лет до наступления ледникового периода север Канады покрывали глубокие почвы и выветренные породы. За северным полярным кругом росли секвойи. Позднее, когда примерно два с половиной миллиона лет назад планета остыла и превратилась в ледяной морозильник, перемещающиеся ледники начали сдирать покровы с северной Канады, обнажая скальную породу, а древнюю почву сносили в Айову, Огайо и даже еще южнее – в Миссури. С огромного ледникового щита дули сильнейшие ветра, разносившие повсюду почвенную пыль, которая и сформировала грунты в Канзасе, Небраске и обеих Дакотах. Сегодня эти геологические скопления пыли, образовавшиеся в результате запредельных масштабов эрозии почв, стали лучшими в мире сельскохозяйственными землями.

Движение ледников также лишило почвы северные территории Европы и Азии, покрыв толстым слоем измельченного в порошок грунта – лёсса – более пятой части суши на планете. Состоящий, в основном, из ила с примесью глины и малой доли

песка, лёсс образует идеальную почву для сельского хозяйства. Когда ледник соскреб почвенный покров Арктики, а сильные ветра разнесли его по умеренным широтам, на землях мировых житниц сформировались глубокие слои лёссовых грунтов, обладающих невероятным плодородием благодаря высокому содержанию природных минеральных веществ. Ввиду отсутствия камней лёсс сравнительно легко поддается вспашке. Однако слабая естественная связность лёссового грунта делает его уязвимым для эрозии, быстро его разрушающей в случае, если лёсс освободили от растительного покрова и открыли воздействию ветра или дождя.

Великие Равнины, на протяжении не менее двухсот тысячелетий кормившие бизонов, были покрыты густой и жесткой травой, служившей нестойкому лёссу защитой. Бродившие по равнинам огромные стада удобряли пастбища навозом, обогащая почву. Большие объемы биомассы лежали под землей среди разросшейся вширь корневой системы, питавшей травяной покров прерий. Традиционный плуг не мог пробиться сквозь глубокий и плотный слой, скреплявший равнины. Поэтому первые поселенцы просто двигались дальше на Запад.

Тогда в 1838 г. Джон Дир с партнером изобрели стальной плуг, способный переворачивать толстые пласты покрывавшего прерии дерна. Когда Дир запустил свой несокрушимый плуг в продажу, он тем самым подготовил плацдарм для гуманитарной и экологической катастрофы, потому что однажды взрыхленная лёссовая почва полупустынных равнин в засушливые годы попросту уносилась ветром. В 1846 г. Дир продал тысячу новых плугов. Несколько лет спустя он уже продавал десять тысяч штук в год. Обладая лошадьё или волом, а также плугом Дира, фермер мог не только вспахать дернину прерий, но и обработать больше земли. Капитал начал заменять труд в качестве лимитирующего фактора сельскохозяйственного производства.

Еще одним трудосберегающим изобретением стала механическая уборочная машина Сайруса Маккормика, которая помогла революционизировать сельское хозяйство и пере-

строить связи между земельными ресурсами Америки, трудом и капиталом. Лезвие, которым была оснащена жатка Маккормика, двигалось вперед-назад посредством зубчатой передачи, в то время как хитроумное устройство по мере поступательного продвижения срезало и скирдовало пшеницу. Маккормик начал испытания разных образцов своего изобретения в 1931 г., а к 60-м гг. XIX в. чикагская фабрика ежегодно собирала уже тысячи его машин. Обзаведясь плугом Дира и жаткой Маккормика, фермер мог обработать гораздо больше земли, чем его предшественники.

В начале XIX в. американские фермеры широко использовали приемы, известные еще древним римлянам – они вручную разбрасывали семена и шли за плугом, который тащили лошадь или мул. Размеры хозяйств ограничивал тот объем труда, который имела возможность приложить к нему типичная фермерская семья. На заре двадцатого века на смену лошади и мулу пришел трактор. Когда закончилась Первая мировая война, в фермерских хозяйствах США работало уже 85 тыс. тракторов. Всего через два года их количество утроилось почти до четверти миллиона. С помощью стального плуга и железного коня фермер двадцатого века мог обработать в пятнадцать раз больше земли, чем его дед в девятнадцатом. Сегодня фермеры способны вспахать восемьдесят акров в день, слушая радио в оборудованной кондиционером кабине исполинского трактора, который не мог себе даже вообразить Джон Дир, не говоря уже о древнеримском земледельце.

По мере продвижения на запад чудо-плуг Дира превращал прежде считавшиеся непривлекательными земли в райское место для перекупщиков. В 1854 г. была образована Территория Оклахома («Индийская территория» на языке чокто), ставшая резервацией для народов чероки, чикасо, чокто, криков и семинолов. Жадным до земель поселенцам не потребовалось много времени, чтобы убедить себя в том, что оберегаемая индейцами открытая прерия – это пустая трата земельных угодий. С 1878 по 1889 г. армия США насильно выдворяла белых поселенцев, посягавших на земли индейцев. Коммерческие интересы и

граждане, жаждущие освоения плодородных почв, все настойчивее грозили подорвать договорные обязательства перед народом, который всего несколько десятилетий тому назад уступил свои исконные права на восточное побережье в обмен на Оклахому и на то, чтобы его оставили в покое. Под давлением общественности правительство со временем пошло на уступки и объявило о своем плане открыть эту территорию для поселенцев весной 1889 г.

С середины марта по апрель тысячи людей стекались к границам Оклахомы. Потенциальным поселенцам разрешили обследовать индейские земли за день до открытия территории. Захват земель начался в полдень 22 апреля (сегодня отмечается как День Земли), когда под присмотром кавалерии толпы ринулись огораживать свои наделы. Так называемые «сунеры», раньше срока просочившиеся сквозь пограничные заставы, начали оформлять бумаги, претендуя на лучшие земли под городское строительство и фермы. К ночи уже завершилось межевание целых поселков; на многие земельные наделы претендовало несколько семей. За неделю более пятидесяти тысяч новых жителей образовали большинство населения Индейской территории.

На следующий год потребовалась помощь Конгресса, чтобы предотвратить катастрофические последствия высыхания первых урожаев на землях поселенцев. Средний уровень осадков, составивший всего десять дюймов в год, едва смог обеспечить выживание местных засухоустойчивых трав, не говоря уже о посеянных культурах. Если травостой прерии, выживавший в засушливые годы, удерживал богатый лёссовый грунт в целости, то погибшие посевы обнажили почву, открыв ее воздействию сильных ветров и грозных паводков.

Сознавая угрозу сельскохозяйственной катастрофы, исследователь Большого каньона и директор новой Геологической службы США, майор Джон Уэсли Пауэлл, рекомендовал разрешить поселенцам полузасушливого Запада иметь 2500 акров земельных угодий на одну семью, но выделять им воду для орошения всего лишь двадцати акров. Он полагал, что это

поможет не только предотвратить чрезмерное расходование воды, но и сохранить слабые почвы региона. Однако Конгресс оставил квоту в сто шестьдесят акров земли на одного владельца, где бы тот не поселился. Такой надел в Калифорнии мог бы озолотить землевладельца. На равнинах, однако, работающая семья жила бы впроголодь, пытаясь обработать в два раза больше земли.

Не обращая внимания на пессимистов, голосовавших против, сторонники такой земельной политики рекламировали неисчерпаемый сельскохозяйственный потенциал равнин, пропагандируя концепцию «дождь идет вслед за плугом». Продвижению этой точки зрения, несомненно, помогло то, что поселенцы начали распахивать Великие равнины во влажный период. С 1870 по 1900 г. американские фермеры освоили больше целинных земель, чем за предыдущие два столетия. Поначалу урожаи были в основном неплохими. А потом пришла засуха.

Широко распространившееся в конце XIX в. кредитование побудило новоявленных фермеров Оклахомы безоглядно брать займы, проценты по которым выплачивались за счет агрессивной эксплуатации почвы в стремлении нарастить объемы идущей на экспорт продукции. Всего лишь через два десятка лет после оклахомской земельной лихорадки фермеры распахали уже сорок миллионов акров целинной прерии, извлекая выгоду из высоких цен на зерно во время Первой мировой войны. При уровне атмосферных осадков выше среднего в начале XX в. миллионы акров прерии превратились в золотые нивы. Немногие тогда задавались вопросом: что случится, если вместе с неизбежной засухой придут сильные ветра.

В 1902 г. в своем 22-м годовом отчете Геологическая служба США заключила, что полузасушливые Высокие равнины от Небраски до Техаса, если их обрабатывать, неминуемо окажутся под угрозой стремительной эрозии. «Высокие равнины, в сущности, держатся за счет дерна». При том, что уровень атмосферных осадков здесь слишком низок, чтобы непрерывно обеспечивать урожаи зерна, выпас оставался единственной формой долгосрочного использования земли, для которо-

го этот «безнадежно негодный для земледелия» регион был действительно приспособлен¹. Лишившись дерна, лёссовый грунт открытой прерии не устоял бы под воздействием сильных ветров и проливных дождей. Сделанные службой выводы не могли конкурировать с масштабами спекуляций землей и высокими ценами на зерно в период Первой мировой войны. Начавшиеся спустя столетие разговоры о целесообразности возвращения региона под пастбища для бизонов в качестве широкомасштабной кормовой базы свидетельствовали о дальновидности рекомендаций службы.

Половина потенциальных сельскохозяйственных угодий США в конце XIX в. уже обрабатывалась. Даже консервативные учебные пособия не отрицали, что статичные, несмотря на значительные технологические достижения, урожаи сельхозкультур означали снижение плодородия земли. Почвенная эрозия была признана одной из самых серьезных и важных проблем сохранения ресурсов страны. Профессор геологии Гарвардского университета Натаниэль Саутгейт Шейлер даже предостерегал, что стремительное разрушение почвенного слоя угрожает существованию самой цивилизации.

Защита фундаментальных интересов общества, связанных с почвой, по мнению Шейлера, должна быть не просто заботой правительства, но и одной из его главных целей. «Почва представляет собой что-то вроде плаценты, которая позволяет живым существам получать от земли пропитание. Вещества, совершенно не способные питать растения в той форме, в какой они входят в состав горной породы, в почве становятся растворимыми, что и позволяет им стать основой жизни. Весь этот процесс зависит от того, насколько скорость разложения пород соответствует скорости ... обновления почвы». Шейлер признавал, что агротехнические приемы подрывают плодородие почвы тем, что спровоцированная ими эрозия опережает по темпам скорость почвообразования. «Главная цель ... консервативного земледелия ... состоит в том, чтобы найти и сохранить баланс между процессами распада пород ... и эрозии... За редкими исключениями поля во всех странах устро-

ены так, чтобы приносить урожай, а интересы будущих поколений при этом вообще не учитываются»². Шейлер причислял тех, кто плохо обращается с землей, к числу самых отъявленных преступников.

Шейлер понимал, каким образом распашка изменяет баланс между продуктивностью почвы и ее эрозией. «В первобытном состоянии почва ежегодно теряет часть своей питательной массы, но скорость, с которой уходят из нее вещества, как правило, не превышает скорости увеличения ее слоя за счет материнской породы ... Однако обработка почвы неизбежно ведет к нарастанию скорости ее исчезновения»³. Нарушение такого баланса имеет предсказуемые последствия.

Удовлетворенный тем, что современные данные подкрепляют его воззрения, Шейлер делает вывод о том, что эрозия почв определила древнюю историю всего Старого Света. Утрата почвы означала, что ее восстановление лежит за пределами исторического горизонта. «Там, где подпочва, а также истинно плодородный слой исчезали, поле можно было считать потерянным для человека – так же безвозвратно, как если бы оно ушло под воду на морское дно – потому что в большинстве случаев требуются тысячелетия для того, чтобы поверхность земли пришла в свое первоначальное состояние»⁴. Шесть тысяч квадратных миль пашни в Виргинии, Теннесси и Кентукки, погубленные эрозией, свидетельствовали о том, что Америка повторяет ошибки Старого Света.

Хотя Шейлер и советовал применять глубокую вспашку, чтобы взрыхлить разрушающуюся породу подпочвы и ускорить воссоздание грунта, он также ратовал за отказ от использования плуга, если уклон поверхности земли, превышал пять градусов. Он предсказывал, что удобрения способны заменить разрушение пород, но не мог предвидеть, насколько ускорится эрозия американских земледельческих угодий в результате механизации сельского хозяйства.

Тем не менее, эрозия почв становилась общенациональной проблемой. В 1909 г. в докладе Национального приро-

доохранного конгресса указывалось, что почти 11 млн. акров сельскохозяйственных угодий Америки были заброшены из-за урона, нанесенного эрозией. Четыре года спустя Министерство сельского хозяйства США (МСХ США) оценило ежегодные потери верхнего слоя почвы на американских полях, указав, что они более чем в два раза превышают количество земли, перемещенной при строительстве Панамского канала. Через три года после этого ученые Сельскохозяйственной опытной станции выяснили, что от эрозии почвы страдает половина всех пахотных земель в Висконсине, нанося тем самым ущерб экономике штата.

Когда началась Первая мировая война, ежегодник МСХ США был полон сетований по поводу экономического ущерба от эрозии почв. Дождь льет, как будто «тысячи молоточков колотят по земле», оголенный грунт стекает ручейками, которые медленно, но верно лишают страну ее будущего. «Следуя изначальному природному процессу, почва постоянно истощалась в поверхностном слое, однако при этом и формировалась, причем формирование происходило несколько быстрее, чем истощение. Почвенный пласт на склонах представлял собой разницу между объемами сформированного и унесенного грунта. После расчистки скорость его исчезновения существенно возросла, а скорость формирования осталась прежней»⁵. Уже более трех миллионов акров обрабатываемых земель уничтожено эрозией. Еще восемь миллионов акров слишком сильно деградировали, чтобы их обработка приносила прибыль.

Мелиорация всех пахотных земель, кроме тех, что пострадали особенно сильно, была возможна, а в перспективе даже выгодна, однако для этого требовались новые сельскохозяйственные приемы и подходы.

Многие фермеры, когда с ними обсуждают тему эрозии, проявляют интерес и соглашаются, что потери велики. Они рассуждают так: «Ну да, несколько моих полей сильно размывты, но попытки что-то с этим сделать не окупятся». Они ждут, что мелиорацию, если до нее когда-либо вообще

дойдет дело, проведет правительство, и с большой неохотой откликаются на предложения остановить губительное действие эрозии. В прошлом было дешевле перебраться на новые земли⁶.

Почва истощалась достаточно медленно, так что фермеры не считали решение этой проблемы своей задачей. Кроме того, с приходом механизации стало проще выделить больше земли под распашку вместо того, чтобы беспокоиться о гибели почвы. Машины стоили дорого и должны были окупаться – почва была достаточно дешевой, поэтому можно было закрыть глаза на небольшие потери там, здесь или даже везде.

Открытые всем ветрам равнины были идеальным полигоном для тракторов. Первые трактора, напоминавшие паровозы, появились около 1900 г. К 1917 г. уже сотни компаний занимались поточным производством более компактных и практичных моделей. Перед тем, как отдать рынок таким специализирующимся на сельском хозяйстве производителям, как «International Harvester» и «John Deere», Генри Форд изобрел заднее сцепное устройство, позволившее тракторам тащить за собой по полю плуги, дисковые ножи, волокуши и прочие землеройные приспособления. Вооружившись такой чудо-техникой, фермер получал возможность обрабатывать гораздо больше площадей, чем в те времена, когда он ходил вслед за волом или лошадыю. Теперь он также мог пустить пастбище под пашню и посеять больше сельскохозяйственных культур.

Стоимость новых машин складывалась в такие суммы, которые не могли себе позволить многие мелкие хозяйства. В период с 1910 по 1920 г. стоимость сельскохозяйственных орудий в распоряжении типичной канзасской фермы утроилась. В следующее десятилетие вновь произошло трехкратное увеличение затрат, так как все больше фермеров покупали все новые и новые трактора, грузовики, комбайны. Пока цены на зерно были высокими, использование машин приносило выгоду. Когда же цены упали, а после окончания Первой мировой войны они так и сделали, многие фермеры оказались



Рисунок 18. Освоение целины с помощью дискового плуга. Округ Грили, Канзас, 1925 г. (любезно предоставлен Историческим обществом штата Канзас)

под бременем неоплатных долгов. Те из них, кто оставался на плаву, видели залог будущего в том, чтобы обрабатывать больше земли более мощной техникой. Так же, как политика огораживания общинных земель в Англии XVII–XVIII вв. лишила земли бедных крестьян, распространение тракторов и сельскохозяйственной техники вытеснило тех земледельцев, у которых не хватало средств для работы на земле.

К 1928 г., когда Хью Беннет и У.Р. Чаплин впервые опубликовали данные национальной оценки почвенной эрозии, потери пахотного слоя составляли пять миллиардов тонн в год – процесс шел в несколько раз быстрее, чем в XIX в., и в десять раз опережал темпы почвообразования. В масштабах страны эрозия успела уничтожить верхний слой почвы обрабатываемых земель на площади равной территории Южной Каролины. Шесть лет спустя данные Беннета и Чаплина уже казались заниженными. Даже во времена засухи и Великой депрессии 1926–1936 г. количество тракторов, работавших в фермерских хозяйствах Оклахомы, возрастало. Новый дисковый плуг с рядами вогнутых дисков, расположенных по длине рабочей оси, основательно кромсал верхние пласты почвы,

оставляя после себя порошкообразный слой, в сухую погоду легко выдуваемый ветром.

Первая сильная буря пронеслась через Южную Дакоту 11 ноября 1933 г.. Несколько хозяйств лишились пахотного слоя за один день. Следующим утром небо оставалось темным до полудня – воздух на три четверти состоял из пыли. Никто и представить себе не мог, что это только прелюдия.

9 мая 1934 г. сильнейший ветер вздыбил пыль на полях от Монтаны до Вайоминга. Проносясь через обе Дакоты, ветер поднимал вверх почву до тех пор, пока миллиарды тонн частиц пахотного слоя не устремились на восток со скоростью сто миль в час. В Чикаго на голову каждого из жителей города с неба обрушилось четыре фунта пыли. На следующий день городок Буффало в восточной части штата Нью-Йорк в полуденный час погрузился во тьму. К рассвету 11 мая пыль покрывала города Нью-Йорк, Бостон и Вашингтон. Гигантскую бурю можно было видеть далеко над Атлантическим океаном.

Устойчивая к внешним воздействиям благодаря постоянному растительному покрову, объедаемому (и удобряемому) миллионами бизонов, прерия разрушилась из-за распашки и высохла в период продолжительной засухи. В отсутствие трав и их корней, стабилизовавших почву, ветра, которые прежде десятилетиями не причиняли вреда этим просторам, растрепали поверхность земли, словно самум. Зыбучие грунтовые наносы покрывали огромные пространства, с которых ветра выдували иссушенную почву из-под пересохшей стерни увядших культур. Сильные ветра подняли столько пыли, что люди задыхались, растения умирали, скот погибал, а далекий Нью-Йорк был окутан зловещей пеленой.

Совет по национальным ресурсам докладывал, что к концу 1934 г. пыльные бури уничтожили территорию, превышающую по площади штат Виргиния. Сильнейший ущерб был нанесен еще сотне миллионов акров.

Весной 1935 г. сильные ветра снова обрушились на пересохшие поля Канзаса, Техаса, Колорадо, Оклахомы и Небра-

ски. Так как землю только что вспахали, на ней не было никакой растительности, чтобы удержать на месте сухой лёсс. Самая лучшая, самая плодородная почва темными вихревыми потоками возносилась вверх на десять тысяч футов, затмевая полуденное солнце. Более крупный песок стелился над поверхностью земли, атакуя столбы ограждений. Весь день на улицах горели фонари. Интенсивные ветра воздвигли дюны, как в Сахаре, остановив движение поездов и парализовав все равнины.

2 апреля 1935 г. Хью Беннет, выступая перед Сенатским комитетом общественных земель, говорил о необходимости принятия государственной программы сохранения почв. Беннет знал, что мощная пыльная буря с равнин приближается к Вашингтону. С помощью своих агентов на местах, которые держали его в курсе продвижения пылевого облака, он так подгадал момент своего выступления, чтобы во время его речи небо потемнело. Это произвело на Конгресс ожидаемое впечатление, и Беннет был назначен руководителем вновь созданной Службы охраны почв.

Новое ведомство столкнулось с устрашающей проблемой. За несколько десятилетий колонизации низкотравная прерия превратилась в бесплодную пустыню. Президент Франклин Д. Рузвельт подвел черту под эпохой освоения целины, запретив в ноябре 1934 г. передачу общественных земель в собственность поселенцам. Американская аграрная экспансия официально завершилась. Лишившиеся земли фермеры «Пыльного котла» были вынуждены искать работу на чужих полях.

В 30-е гг. XX в. равнины покинуло более трех миллионов человек. Не все из них спасались бегством от пыльных бурь, однако примерно три четверти миллиона лишенных земли фермеров отправились на запад. Внуки бывших «сунеров» стали экологическими беженцами, которых нигде не хотели принимать, пока они не добрались до новых калифорнийских полей на самом краю континента, где имелась острая нужда в рабочих руках.

Проблема эрозии почв не ограничивалась «Пыльным котлом». В 1935 г. Министерство сельского хозяйства оценило



Рисунок 19. Пыльная буря приближается к Стратфорду, штат Техас. 18 апреля 1935 г. (Национальное управление океанических и атмосферных исследований, альбом Джорджа И. Марша; доступен на сайте www.photolib.noaa.gov/historic/c&gs/theb1365.htm)

площадь опустошенных и заброшенных земель примерно в пять миллионов акров. Территории в два, а то и в три раза больше этого расчетного показателя теряли дюйм пахотного слоя в интервале, продолжительностью от четырех до двадцати лет. Двести тысяч акров заброшенных сельскохозяйственных угодий в штате Айова были поражены эрозией без всякой надежды на восстановление. В следующем году новая Служба охраны почв докладывала, что более трех четвертей территории штата Миссури утратили по меньшей мере четверть своего первоначального верхнего слоя, то есть более двадцати миллиардов тонн почвы с тех пор, как в штате началось освоение земель. На отдельных полях осталось всего четыре дюйма пахотного грунта из первоначальных шестнадцати. По данным Бюро агротехники США, юго-восточные фермерские хозяйства, как правило, теряли более шести дюймов почвы от одной смены поколений до другой. Помощь в борьбе с последствиями «Пыльного котла» обошлась правительству в сумму, превы-



Рисунок 20. Техника, погребенная во дворе недалеко от амбара. Даллас, Южная Дакота, 13 мая 1936 г. (снимок МСХ США № oodio97i CD8151—971; доступен на сайте www.usda.gov/oc/photo/00di0971.htm)

шающую миллиард долларов, однако в результате федеральные власти все-таки признали сохранение почвы проблемой, от которой зависит выживание нации.

Комиссии штата и федерального правительства усматривали причину столь тяжелых последствий пыльных бурь 30-х гг. XX в. в невероятном разрастании площадей под посевами, значительная часть которых приходилась на неблагоприятные для земледелия территории. Совет по сельскому хозяйству штата Канзас, например, возлагал вину за это бедствие на плохие агротехнические приемы. «Почву обрабатывали, когда она была чрезмерно пересушена, и в большинстве случаев не принимали никаких мер к тому, чтобы вернуть в почву органические вещества... Почва, если ее обрабатывать в сухом состоянии, становится неплотной и размельченной. По региону есть отдельные фермеры, которые соблюдали грамотную методику обработки почвы и нашли возможность предотвратить выве-

тривание грунта в своих хозяйствах, хотя были случаи, когда почву из соседних хозяйств сдувало на их поля»⁷. В отчете Комитета по Великим Равнинам, созданного Палатой представителей в 1936 г., экономические факторы были названы основной причиной катастрофы.

[Первая] Мировая война и последовавшая за ней инфляция взвинтили цены на пшеницу до новых высот и привели к небывалому расширению территории под посевами этой культуры. Когда в послевоенный период цены обрушились, фермеры Великих Равнин продолжали засеивать пшеницей обширные площади в отчаянных попытках выручить средства для оплаты задолженностей, налогов и других неизбежных расходов. У них просто не было выбора. Без денег они не имели возможности ни сохранить платежеспособность, ни продолжить заниматься земледелием. Однако чтобы заработать, им приходилось расширять применение агротехнических приемов, которые в совокупности оказались разрушительными⁸.

Уолтер Лаудермилк, к тому времени возглавивший Службу охраны почв, предложил использовать скорость эрозии на землях с ненарушенной структурой грунта в качестве геологической нормы эрозии, обеспечив тем самым критерий оценки уровня антропогенной эрозии. Его озабоченность стала казаться оправданной, когда Служба охраны почв составила из окружных карт почвенной эрозии одну общенациональную карту. Результаты вселяли тревогу. Более трех четвертей первоначального пахотного слоя исчезли с почти двухсот миллионов акров земли – примерно одной десятой от всех обследованных площадей. От одной четверти до трех четвертей верхнего слоя грунта было утрачено на двух третьих миллиарда акров – то есть на более одной трети от всей обследованной территории. Как минимум, одна четверть почвы отсутствовала на почти миллиарде акров земли. Америка утрачивала свои почвенные ресурсы.

В своей речи на ежегодном собрании Национальной ассоциации образования в июле 1940 г. Хью Беннет рассказал, как пыльная буря, разразившаяся в мае шесть лет тому назад, стала поворотным моментом в глазах прозревшего общества. «Подозреваю, что, когда жители всего восточного побережья США начали ощущать на губах привкус свежей почвы с равнин, находящихся в двух тысячах миль от них, многие впервые осознали, что с землей творится что-то неладное»⁹.

27 апреля 1935 г. Конгресс объявил эрозию почвы национальной угрозой и учредил Службу охраны почв, чтобы консолидировать действия федеральных властей в рамках одного ведомства. Год спустя в своей приветственной речи на открытии конференции, созванной по распоряжению президента Рузвельта, недавно назначенный руководитель этого ведомства Хью Беннет сравнил быструю потерю почвенного слоя сельскохозяйственными угодьями США с медленным процессом почвообразования.

Цитируя федеральные исследования, Беннет продемонстрировал, как же все-таки быстро исчезает Америка. Станция изучения эрозии в Тайлере, что в штате Техас, выяснила: лучшие агротехнические приемы в регионе приводили к тому, что потери почвы почти в двести раз превышали скорость ее замещения. Плохая же агротехника повышала интенсивность эрозии в восемьсот раз. Исследовательская станция в Бетани, Миссури, доказала, что потери почвы на типичных кукурузных угодьях в триста раз превышали потери на сопоставимых с ними землях, засеянных люцерной.

Исследования также показали, что, когда слабый пахотный слой подвергается эрозии, больше осадков стекает по поверхности почвы вместо того, чтобы уходить в грунт. Это увеличивает объем поверхностного стока, вместе с которым вымывается еще больше почвы, тем самым снова увеличивая сток. Стоит этому процессу начаться, и за непродолжительное время верхний слой почвы исчезает.

По подсчетам Беннета, более пяти тысяч лет потребовалось дождям, чтобы смыть шесть дюймов верхнего слоя почвы

с природных лугопастбищных угодий штата Огайо. Это было логично; примерно с той же скоростью, согласно его оценке, происходило формирование почвы – примерно один дюйм каждую тысячу лет. На полях, наоборот, было утеряно около шести дюймов пахотного слоя за чуть больше чем три десятилетия непрерывной обработки. Станция изучения эрозии в Гатри, Оклахома, обнаружила, что тонкопесчаный суглинок, покрывавший равнины, подвергался эрозии более чем в десять тысяч раз быстрее под хлопчатником, чем под природным травостоем. Хлопководство сумело менее чем за пятьдесят лет лишить регион типичного для него семидюймового верхнего слоя почвы. Тот же верхний слой под пастбищной травой сохранялся бы дольше четверти миллиона лет. Сигнал был ясен: Беннет советовал не использовать под распашку холмистые и весьма уязвимые для эрозии земли.

Переозвучивая предостережения Беннета в 1953 г., его заместитель описывал, как почти три четверти обрабатываемых земель в США теряют почву быстрее, чем она формируются. В частности, Лаудермилк подчеркивал, что Соединенные Штаты вслед за античными цивилизациями катятся под откос к краху. Согласно его доводам, семь тысячелетий истории явно свидетельствуют против распашки склонов.

Здесь, так сказать, в двух словах представлена базовая угроза цивилизации. Путем расчистки и обработки земель с уклоном – а большинство наших земель, так или иначе, имеют уклон – мы подвергаем почву ускоренной эрозии, как водной, так и ветровой... Поступая так, мы входим в режим аграрного саморазрушения... По мере роста численности нашего населения сельскохозяйственное производство будет снижаться из-за истощения почвенных ресурсов, если на землях повсеместно не принимать мер по сохранению почв¹⁰.

Для Лаудермилка эта угроза не выглядела отдаленной на несколько столетий перспективой. В самих войнах двадцатого века он видел битву за контроль над землей.

После Второй мировой войны конверсия военных сборочных линий для гражданских нужд привела к резкому увеличе-

нию производства тракторов, ознаменовавшему завершение процесса механизации американских хозяйств и вымостившему путь к высокопроизводительному промышленному агропроизводству в развитых странах. К 50-м гг. XX в. на полях Америки работало несколько миллионов тракторов – в десять раз больше, чем в 20-х гг. Количество фермеров в США существенно сокращалось по мере того, как расширялись площади фермерских хозяйств и все больше людей уезжали жить в разрастающиеся города. Те немногочисленные фермеры, которые остались на своей земле, выращивали доходные культуры, стремясь погасить ссуды на новую трудосберегающую технику. Механизация, как и рабский труд на Юге, требовала стандартизации агротехники вместо того, чтобы предусмотреть адаптацию агротехнических приемов к конкретным земельным угодьям.

На Великих Равнинах засухи бывают приблизительно каждые двадцать лет. Во влажный период 40-х гг. XX в. удвоение площади обрабатываемых земель увеличило производство пшеницы в четыре раза – этого хватило, чтобы обеспечить рекордный экспорт зерна в Европу во время войны. В 1956 г. засуха снова привела к почти критическому неурожаю пшеницы. Засуха 50-х гг. длилась почти так же долго, как и засуха 30-х, и была столь же суровой, как и засуха в 90-х гг. XIX в. (хотя в этот раз бытовало широко распространенное мнение, что избежать еще одного «Пыльного котла» удалось благодаря почвозащитным программам). Мелкие хозяйства становились банкротами, в то время как крупные, лучше приспособленные для того, чтобы пережить периодические засухи, закупали технику – более мощную и во все больших количествах.

Правительство США начало субсидировать фермерские хозяйства в 1933 г. В течение года большинство фермеров Великих Равнин уже были участниками программ, направленных на сохранение почв, диверсификацию культур, стабилизацию доходов хозяйств и развитию гибкого кредитования ферм. Среди прочего, этот последний элемент, позволивший фермерам брать на себя больше долгов, тоже менял амери-



Рисунок 21. Распашка крутого склона примерно в 1935 г. (Национальные архивы, фото RG-083-G-36711)

канское сельское хозяйство. В течение десятилетия задолженности ферм возросли более чем вдвое, а доходы фермеров увеличились всего на треть. Несмотря на непрерывный рост правительственных субсидий, более четырех из каждых десяти американских ферм исчезли в период с 1933 по 1968 г. К концу 60-х гг. XX в. в сельском хозяйстве США начали доминировать агропромышленные объединения, которым лучше удавалось финансировать все более дорожавшую сельскохозяйственную технику и агрохимикаты.

Хотя в каких-то деталях экономика крупных агропромышленных ферм была иной, чем в Древнем Риме или на Юге, они точно так же сбрасывали со счетов борьбу с эрозией почв.

Корпоративные объединения по своей природе – временные землевладельцы... Арендатор земли, принадлежащей корпорации, не имеет никаких гарантий того, что через год он будет продолжать работать на своей ферме... Высокий процент земли в собственности корпораций породит нестабильность в сфере землевладения и спровоцирует эрозию, если не убедить большинство таких корпораций в необходимости принятия конкретных почвозащитных программ на принадлежащих им землях. Бремя задолженности по ипотечным кредитам оказывает специфическое финансовое давление на почву, заставляя фермера выжимать из земли все, что только можно, для выполнения своих финансовых обязательств¹¹.

Развитие механизированной агропромышленной отрасли приводило к стремительным потерям почвы по мере того, как фермеры тратили свой природный фонд на покрытие кредитов за технику и удобрения.

В документации Уобернского опытного хозяйства, основанного Английским королевским сельскохозяйственным обществом в 1876 г. примерно в двадцати милях к северу от Лондона, случайно оказались записи, посвященные воздействию изменяющейся агротехники на эрозию почвы. Прошло полсотни лет с начала экспериментальной работы по повышению урожайности, а данных о серьезной эрозии так и не появилось. После Второй мировой войны гербициды и тяжелая сельскохозяйственная техника изменили ситуацию.

Первое сообщение о проблемах, связанных с эрозией почв, появилось после бури, случившейся 21 мая 1950 г., когда интенсивные ливневые осадки пробороzdили на незащищенных полях овражки глубиной четыре дюйма и шириной три фута, похоронив делянки сахарной свеклы под кучами грязи и выброшенного на поверхность картофеля. Серьезная эрозия 60-х гг. XX в. резко снизила содержание органического азота на опытных участках. К началу 80-х гг. хозяйство уже служило наглядным примером различных форм почвенной эрозии, так

как каждый год в нем наблюдалось более дюжины эрозийных проявлений, особенно на самых крутых склонах. И все-таки в подробных регистрационных журналах, которые вели сотрудники хозяйства с 1882 по 1947 г., основное внимание уделялось тонкостям таких вопросов, как продуктивность культур, агротехнические приемы, рН почвы, ущерб от болезней и вредителей сельхозкультур, а эрозия не упоминалась вовсе вплоть до введения к эксплуатации крупногабаритной техники и агрохимикатов. С принятием на вооружение агротехнических методов двадцатого столетия эрозия почв существенно ускорилась.

Один из наиболее устойчивых сельскохозяйственных мифов – утверждение, что эффективность и прибыльность более крупных механизированных хозяйств выше, чем у более мелких традиционных ферм. Однако крупные хозяйства тратят больше средств на единицу продукции, так как покупают дорогостоящее оборудование, удобрения и пестициды. В отличие от промышленных предприятий, где производственный процесс характеризуется снижением затрат при расширении его масштабов, мелкие фермы могут быть более эффективны – даже до вычета отчислений на здравоохранение, природоохранные и социальные нужды. Научный отчет Национального исследовательского совета 1989 г. категорически опровергал мифическую формулу «чем больше – тем эффективнее» применительно к сельскому хозяйству Америки. «Альтернативные сельскохозяйственные системы при наличии хорошего управления почти всегда используют меньше синтетических химических пестицидов, удобрений и антибиотиков на единицу продукции, чем обычные хозяйства. Ограниченное применение подобных средств снижает себестоимость продукции и уменьшает потенциальную способность сельскохозяйственного производства негативно влиять на окружающую среду и здоровье, при этом, не снижая – а в некоторых случаях даже повышая – урожайность в расчете на один акр¹².

Кроме того, мелкие фермы способны производить больше продовольствия на единицу площади. Отчет по итогам сельскохозяйственной переписи США 1992 г. свидетельствовал, что

мелкие хозяйства получали урожай с одного акра в два, а то и в десять раз больше, чем крупные хозяйства. Если сравнивать с фермами, размеры которых превышают шесть тысяч акров, хозяйства площадью менее двадцати семи акров оказывались более чем в десять раз продуктивнее; некоторые совсем маленькие – менее четырех акров – были продуктивнее более чем в сто раз. В настоящее время Всемирный банк стимулирует мелкие хозяйства в развивающихся странах, где большинство землевладельцев имеют в собственности менее десяти акров земли, чтобы те повышали свою сельскохозяйственную продуктивность.

Определяющее различие в системах хозяйствования мелких и крупных промышленных ферм заключается в том, что крупные фермы обычно практикуют монокультурное земледелие, даже когда они выращивают разные культуры на разных полях. Поле, на котором возделывается одна культура, идеально подходит для крупногабаритной техники и интенсивной обработки химикатами. Несмотря на то, что монокультурный подход, как правило, обеспечивает самые высокие урожаи с одного акра для той или иной культуры, диверсифицированное многокультурное земледелие позволяет производить больше продовольствия на один акр, если учитывать совокупный урожай нескольких культур.

Невзирая в целом на высокую эффективность мелких ферм, сохраняется тенденция к созданию более крупных, более индустриализированных хозяйств. В 30-е гг. XX в. в сельском хозяйстве были заняты семь миллионов американцев. Сегодня на своей земле остается менее двух миллионов фермеров. Совсем недавно, в начале 90-х гг. XX в., Соединенные Штаты ежегодно теряли более двадцати пяти тысяч фермерских хозяйств. В среднем за последние пятьдесят лет ежедневно уходило в небытие более двухсот американских ферм. Во второй половине XX в. средние размеры фермы выросли более чем вдвое – с менее чем ста гектаров почти до двухсот. Менее 20% фермерских хозяйств США сегодня производят почти 90% всего американского продовольствия.

В период с 50-х до 90-х гг. XX в. урожайность сельскохозяйственных культур выросла в два–три раза, а расходы на технику, удобрения и пестициды стали забирать примерно от половины до более трех четвертей дохода фермерского хозяйства. Выжило два типа хозяйств: отказавшиеся от индустриализации и развивавшиеся за счет расширения обрабатываемых площадей при меньшей чистой прибыли с одного акра. К 80-м гг. на долю крупнейших ферм, которые МСХ США окрестило суперфермами, приходилось примерно половина общего дохода от фермерских хозяйств.

Если мелкомасштабное сельское хозяйство настолько эффективно, почему же маленькие фермы в Америке разоряются? Высокие капитальные затраты на механизацию могут привести небольшие предприятия к экономической катастрофе. Чтобы с выгодой использовать высокотехнологичные методы вместо трудоемких, ферма должна быть крупной. Безосновательно уверовавшие в то, что модернизация заключается в механизации, мелкие фермеры, перебрав кредитов, погрязали в долгах, после чего их земли скупали крупные компании. Хотя такой процесс и не может помочь мелкому хозяйству остаться семейным предприятием, он набивает мощную компанию, производящих сельскохозяйственное оборудование и товары – а также тех фирм, которые предоставляют фермерам консультации по использованию их продукции.

Экономические и социальные тенденции, продвигавшие механизацию, превратили земледелие в индустрию и ускорили процесс утраты почвы. Новое оборудование облегчало интенсивную обработку земли за счет более глубокой и частой вспашки. Точно так же, как в Древнем Риме, большую часть года земля была оголена, ее поверхность нарушена. По мере механизации хозяйств почвоохранные практики, такие как террасирование, пылезащитные полосы, ветрозащитные лесопосадки, становились помехой для маневрирования тяжелой техники. Приемы контурной вспашки модифицировались с учетом крупногабаритных машин, неспособных совершать крутые повороты на склонах. Почва стала товаром – самым дешевым из многочисленных вложений в сельскохозяйственное производство.

Существенные успехи в привлечении внимания общества и правительственных кругов к проблеме замедлили, но не остановили почвопотери. В некоторых местностях дела обстояли хуже, чем в других. По всей территории в сердце Среднего Запада островки природной прерии, поднимающиеся на шесть футов над соседними распаханными полями, свидетельствуют о том, что потери почвы составляли примерно полдюйма в год со времен колонизации. Штат Айова за последние полтора столетия потерял половину пахотного слоя. Сравнительно благополучный регион Палус на востоке штата Вашингтон за прошедший век утратил всего лишь треть своего богатого верхнего почвенного слоя.

Первые поселенцы прибыли в Палус летом 1869 г. Они выращивали зерновые в низинах, разводили крупный рогатый скот и свиней, продавая все это шахтерам в соседнем штате Айдахо. Глубокие лёссовые почвы региона могли бы приносить и больше урожая, но не было возможности доставить зерно на рынок. Завершение строительства железных дорог в 80-х гг. XIX в. открыло этой земле доступ к отдаленным рынкам, новому оборудованию, привлекло большее количество фермеров. К 90-м гг. XIX в. большая часть территории Палуса уже обрабатывалась.

Как только лёсс расчистили и распахали, эрозия почвы очень быстро стала серьезнейшей проблемой. В самом начале XX в. Уильям Спилман из Сельскохозяйственного колледжа штата Вашингтон объехал весь регион с лекциями, посвященными угрозе почвенной эрозии из-за применения общепринятых методов, каждое лето оставлявших распаханное поле без растительности. Мало кто внял предостережению молодого профессора и поверил, что ежегодно возникающие докучливые ручейки способны со временем превратиться в серьезную проблему.

В 30-е гг. XX в. в Палусе, как и везде, тракторы начали приходить на смену плугам на гужевой тяге, позволяя одному земледельцу обработать гораздо больше земли. Стремясь извлечь

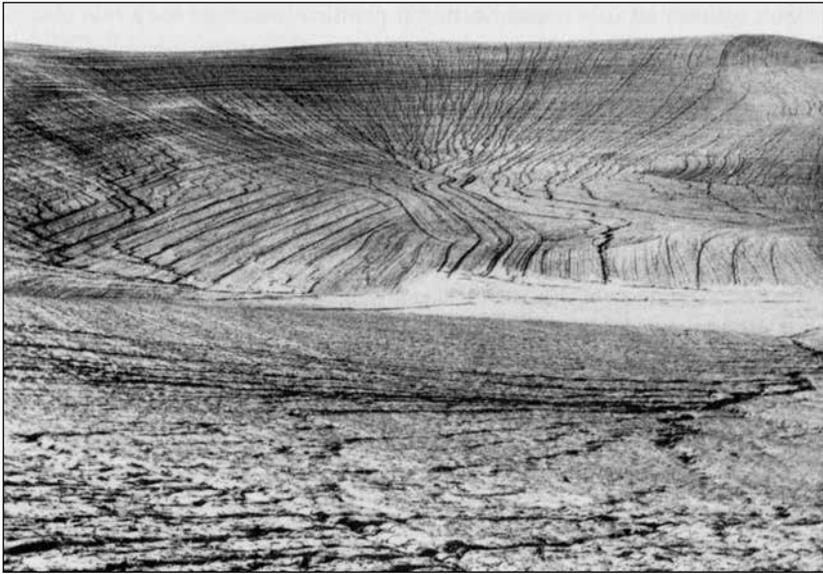


Рисунок 22. Голое изборожденное поле в регионе Палус на востоке штата Вашингтон в 70-е гг. XX в. (МСХ США 1979, 6)

выгоду из возросшей производительности труда, землевладельцы изменили традиционный порядок издольной системы земельной аренды. Вместо положенных ранее двух третей выращенного урожая арендаторам разрешили оставлять себе чуть больше половины. Поэтому арендаторы работали на земле еще интенсивнее, сокращая расходы на такие излишества, как борьба с эрозией. Фермеры теперь обрабатывали больше земли, но это далеко не всегда означало рост их доходов.

К 50-м гг. XX в., согласно обзору МСХ США, изначальный верхний слой почвы полностью исчез на 10% сельскохозяйственных угодий Палуса. От 25 до 75% пахотного слоя отсутствовало еще на 80% земли. Более 75% исходного грунта сохранялось всего на 10% территории региона. Ежегодные обзоры потерь почвы с 1939 по 1960 г. показывают, что средняя их скорость достигала полдюйма за десятилетие. На склонах, крутизна которых превышала пятнадцать градусов, потеря почвы в среднем составляла один дюйм каждые пять лет.

Цистерна, установленная в 1911 г. на ферме близ Торнтона, служит яркой иллюстрацией последствий распашки полей по склонам. Первоначально выступавшая над вершиной соседнего холма примерно на один фут, к 1942 г. она уже возвышалась над окружающей пашней почти на четыре фута. К 1959 г. та же самая цистерна была выше поверхности поля на шесть футов. То есть менее чем за пятьдесят лет с распаханых склонов исчезло четыре с половиной фута почвы – примерно по дюйму в год. Некоторые почвы в восточном Айдахо, которые в начале двадцатого века образовывали слой толщиной более фута, к 60-м гг. XX в. были по глубине уже почти непригодны для вспашки, так как над коренной породой оставалось всего лишь полфута грунта.

С 1939 по 1979 г. общая интенсивность эрозии на пахотных угодьях Палуса составила в среднем более девяти тонн почвы с одного акра в год, а на крутых склонах достигала более ста тонн с одного акра в год. Коэффициенты эрозии на нераспаханых пастбищах и лесных участках в среднем не превышали одну тонну с одного акра в год. Распашка лёсса увеличила эти коэффициенты в десять, а то и в сто раз, причем основные потери от эрозии были вызваны стоком воды с недавно распаханной земли. Простые почвозащитные меры могли бы вдвое уменьшить эрозию без ущерба для доходности хозяйств. Однако такие меры требуют фундаментальных преобразований в агротехнике.

В 1979 г. Служба охраны почв докладывала, что три десятилетия вспашки понизили уровень пашни на целых три фута по отношению к нераспаханному пастбищу. Бермы грунта высотой от четырех до десяти футов возвышались у подножий холмов, обозначая границу пашни. Эксперименты с типичным шестнадцатидюймовым отвальным плугом при горизонтальной контурной вспашке показали, что пропахивание, как правило, сбрасывало грунт вниз по склону более чем на фут. Процесс, обнаживший склоны греческих холмов в Бронзовом веке, повторялся в Палусе.

Простая вспашка земли сдвигала почву вниз по склону гораздо быстрее, чем любые природные процессы. Даже с учетом

этого такой сдвиг практически не привлекает внимания, так как совершается незаметно с каждым проходом плуга. От поколения к поколению пахотное земледелие будет очищать поверхность земли от почвы так же, как это происходило в древней Европе и на Ближнем Востоке. Современная сельскохозяйственная технология, однако, поспособствует еще большему ускорению этого процесса.

Проблему усугубляет и ветровая эрозия. Керновая проба со дна озера Четвертого Июля на востоке штата Вашингтон показывает, что осаждение пыли в озеро после перехода региона на современные методы ведения сельского хозяйства возросло вчетырехкратном. В природных условиях надежных замеров ветровой эрозии не так много, однако при определенных условиях она может стать чрезмерной. До того как были приняты почвозащитные меры, на некоторых полях Канзаса в эпоху «Пыльного котла» ветер сдувал до четырех дюймов грунта в год. Выдувание пыли с незащищенных сухих полей до сих пор является проблемой на востоке штата Вашингтон. В сентябре 1999 г. на 84-й межштатной автомагистрали близ Пендлтона, Орегон, пыль, сметаемая с сельскохозяйственных угодий, ослепляла водителей и приводила к дорожно-транспортным происшествиям со смертельным исходом.

Вспашка, обнажая нарушенную почву, провоцирует серьезную эрозию, когда бури опустошают еще не защищенную растительностью землю. На американском Среднем Западе более половины ущерба от эрозии на засеиваемых кукурузой землях приходится на период с мая по июнь, когда всходы еще недостаточно выросли, чтобы покрыть поля.

Когда верхний слой почвы исчезает, урожайность падает, и фермеры вспахивают подпочву с ее низким содержанием органических и питательных веществ, с ее ослабленной водоудерживающей способностью. Утрата шести дюймов пахотного слоя на землях Джорджии и западного Теннесси снизила урожай почти в половину. На сильно эродированных территориях в Кентукки, Иллинойсе, Индиане и Мичигане уже сейчас выращивается на четверть меньше кукурузы, чем

когда-то. Эрозия глубиной всего один–два фута способна критически снизить плодородие почвы – иногда до такого предела, что ее сельскохозяйственный потенциал утрачивается полностью. Менее 50% сельскохозяйственных угодий США располагаются под уклоном менее 2%, что значительно снижает угрозу ускоренной эрозии. Наиболее крутосклонные угодья, составляющие 33% всех пахотных земель США, по прогнозам выпадут из производственного цикла в течение следующего столетия. Начиная с 1985 г. в рамках Программы лугопастбищных резервов фермерам выделяются средства на восстановление и сохранение травостоев пастбищных земель в эрозионно опасных зонах.

Проблема эрозии почв характерна не только для капиталистического агропроизводства. Богатый чернозем российских степей стремительно эродировал, как только земли очистили от природной растительности. Несмотря на то, что глубокие овраги окружали русские поселения еще в XVI в., хрупкая природа этих почв не стала препятствием на пути попыток индустриализации советского сельского хозяйства в веке двадцатом. Первый пятилетний план, принятый в 1929 г., включал в себя прямой призыв к преобразованию степных земель в крупные специализированные хозяйства. «Наши степи станут действительно нашими только тогда, когда мы придем с колоннами тракторов и взроем плугами тысячелетнюю целину»¹³. Однако, вопреки плану, как только плуг взрыхлил травостой пастбищ, пришло время пыльных бурь.

Советская программа освоения целины 50–60-х гг. XX в. ввела в агропроизводство сотни миллионов акров малопродуктивных земель. Проиgnорировав советы известных ученых, знавших об американском «Пыльном котле», первый секретарь Никита Хрущев приказал колхозам и совхозам распахать в 1954–1965 г. сорок миллионов акров целинных и залежных земель. Производство продовольствия не поспевало за послевоенным потребительским спросом.

С учетом того, что землю под паром оставляли незасеянной, сильнейшая эрозия за несколько лет снизила урожай на

недавно расчищенных территориях. На пике программы сельское хозяйство СССР ежегодно теряло более трех миллионов акров – не самый обнадеживающий путь к выполнению пятилетнего плана. Сильная эрозия привела в негодность почти половину только что освоенных пахотных земель, когда в 60-х гг. наступил период засухи и возник почти не освещенный в прессе советский «пыльный котел», поспособствовавший отстранению Хрущева от власти.

До 1986 г. советская цензура скрывала масштабы проблем, связанных с окружающей средой. Самой острой из таких проблем стала катастрофа с Аральским морем. В 1950 г. советское правительство во имя достижения «хлопковой независимости» страны решилось на серьезный шаг – превратить регион в центр монокультурного агропроизводства. СССР существенно повысил урожайность путем внедрения передовых технологий возделывания хлопчатника, интенсивного внесения удобрений и пестицидов, распространения ирригации и механизации сельского хозяйства. С 1960 по 1990 г. тысячи миль новых каналов и более шестисот дамб обеспечили отвод рек от Аральского моря. Неудивительно, что море начало мелеть.

Аральское море пересыхало вместе с окружающими территориями. К 1993 г. десятилетия непрерывного отвода речной воды снизили уровень моря почти на 55 футов, превратив обнажившееся дно в новую пустыню. Сильные пыльные бури 90-х гг. обрушили сотни миллионов тонн аральской соли и ила на российские пашни в тысяче миль от моря. Коллапс рыболовства и сельского хозяйства стал причиной массового исхода населения.

Региональное исследование, проведенное с наступлением эпохи гласности, показало, что опустыниванию подверглись две трети аридных земель Казахстана, Узбекистана и Туркменистана. Предложения по борьбе с этой нарастающей угрозой оставались лежать под сукном до тех пор, пока Советский Союз не распался. Независимость только подстегнула стремление к выращиванию доходных культур на экспорт, опустив вопрос борьбы с почвенной эрозией на самое дно политической по-

вестки дня. Несмотря на явную долговременную угрозу, преимущества получили более насущные заботы.

Сходная ситуация возникла в небольшой южнороссийской Калмыцкой Республике, расположенной, между рекой Волгой и Каспийским морем. Начиная со времен Второй мировой войны и вплоть до 90-х гг. агрессивное распахивание природных пастбищ привело к опустыниванию большей части республики. Почти треть ее территории превратилась в бесплодную пустошь.

Природные травостои Калмыкии были идеальным пастбищем для скота. Еще в XII в. калмыки пригнали скот в регион, где, по свидетельству современников, лошади кормились, не наклоняя головы. Традиционное землепользование сосредоточилось на выполнении таких задач, как разведение лошадей, овцеводство и выпас крупного рогатого скота. В 1943 г. калмыков массово депортировали в Сибирь по обвинению в сотрудничестве с немцами. К тому времени, когда спустя пятнадцать лет они вернулись обратно, Советы уже всю занимались созданием первой в Европе пустыни.

На протяжении всего периода холодной войны СССР вел политику стимулирования распашки калмыцких пастбищ ради увеличения производства зерновых и бахчевых культур. На оставшихся пастбищных угодьях поголовье овец почти удвоилось. В период с 1960 по 1990 г. вдвое сократились урожаи кормовых культур. Каждый год пустыня поглощала еще 50 тыс. гектаров незащищенной пашни и стравленного пастбища. К 70-м гг. более трети территории республики подверглось частичному опустыниванию.

Распахивание природных лугопастбищных земель этого полузасушливого региона привело к проблемам, заставляющим вспомнить «Пыльный котел». Сформированные на песке, залежи которого покрывали дно когда-то более полноводного Каспийского моря, плодородные почвы Калмыкии скреплялись корневой системой буйного природного травостоя. Десятилетия вспашки превратили более трети миллиона гектаров лугопастбищных земель в моря зыбучего песка. В 1969 г., как следствие экстенсивного сельскохозяйственного развития,

мощная буря засыпала почвенной пылью Польшу. Пятнадцать лет спустя еще одна пыльная буря донесла калмыцкую почву даже до Франции. Президент французской республики 1 апреля 1993 г. объявил чрезвычайное положение в связи с экологической опасностью – это стало первым подобным заявлением национального правительства по поводу эрозии почв.

Супердержавы конца XX в. были не одиноки в ряду стран, терявших почву быстрее, чем это обусловлено природой. В Европе скорость эрозии опережает темпы почвообразования в десять–двадцать раз. К середине 80-х гг. XX в. приблизительно половина сельскохозяйственных почв Австралии деградировала из-за эрозии. На крутых склонах возвышенностей Филиппин и Ямайки эрозия почв может достигнуть четырехсот тонн с гектара в год – как если бы ежегодно вручную удаляли полтора дюйма грунта. Половина территории Турции подвергается интенсивной эрозии пахотного слоя. Стоит этой беде начаться, и она будет прогрессировать от поколения к поколению.

В 70-х гг. XX в. Африка к югу от Сахары пережила своей собственный «пыльный котел». Вплоть до двадцатого века крестьяне Западной Африки применяли ротационный принцип обработки почвы, оставляя поля под паром на длительное время. Выпас был необременительным для ландшафта, так как пастухи ежегодно перемещались со своими стадами на большие расстояния. В XX в. растущая численность населения вкупе с вторжением пашни на традиционное пастбище интенсифицировали использование земли как земледельцами, так и скотоводами. Широкомасштабная расчистка земель и их истощение привели к непомерным потерям почвенного слоя, подтолкнув к исходу целые потоки экологических беженцев.

Африканский Сахель расположен в полуаридной зоне между экваториальными лесами и Сахарой. В среднем за год в регионе выпадает от шести до двадцати дюймов атмосферных осадков. Однако дожди в разные года проливаются неравномерно. В хороший год в северном Сенегале бывает более ста дождливых дней; в плохие годы таких дней меньше пятидесяти. Исследования уровней древних озер показывают, что в течение

последних тысячелетий периодически наступали длительные засухи. Анализ древесных годовичных колец в районе Атласских гор чуть к северу от Сахеля свидетельствует о том, что в период между 1100 г. н. э. и 1850 г. случились, по меньшей мере шесть засух длительностью от двадцати до пятидесяти лет. Следующая череда засушливых лет стала настоящим бедствием из-за того, что за сотню лет почти полмиллиона квадратных миль западноафриканского леса было вырублено.

В 1973 г. голод свел в могилу более ста тысяч жителей Западной Африки, а жизнь оставшихся семи миллионов полностью зависела от продовольственной помощи извне. Спровоцированный засухой кризис уходил корнями в изменившееся отношение человека к земле. Широкомасштабная расчистка земли от защищавшей ее растительности положила начало сильнейшей почвенной эрозии и в последующие годы, когда уровень осадков опустился ниже среднего, привела к гуманитарной катастрофе.

Кочевники и оседлые крестьяне Сахеля традиционно сосуществовали в рамках симбиоза: скот кочевников кормился со стерни на убранных полях, удобряя крестьянскую пашню после сбора урожая. Когда приходили дожди, стада отгонялись к северу, в направлении роста новой травы. Перемещаясь на север до тех пор, пока перед ними не переставала зеленеть трава, кочевники затем поворачивали обратно на юг, а их скот питался травой, выросшей за их спинами, пока они следовали на север. Назад на юг они возвращались как раз в то время, когда можно было пастьись на убранных крестьянских полях и удобрять их. Помимо всего прочего, крестьяне Сахеля выращивали разнообразные культуры и позволяли земле лежать под паром десятилетиями между посевами. Разделение Сахеля на отдельные государства сломало эту традицию.

Быстрая экспансия французской колониальной власти на территорию Сахеля в конце XIX в. изменила социальный договор, препятствовавший вытравливанию и обеспечивавший поля удобрением. Колониальное начальство привлекало торговцев в новые административные центры для стимулирования

материальных потребностей населения. Подушные налоги и налоги на животных заставляли и ведущих натуральное хозяйство крестьян, и кочевников производить товары для французских рынков. Удерживаемые в пределах новых политических границ кочевые племена, которые веками перемещались со своими стадами по всему региону, наращивали поголовье скота, чтобы платить налоги. Крестьяне переселялись в северные края на маргинальные земли, где принимались возделывать те культуры, которые шли на экспорт в Европу. Скотоводы двигались в южном направлении на территории, где в прежние времена нехватка надежных источников воды и небезопасная обстановка ограничивали рост поголовья их стад. Скопление множества животных вокруг новых колодцев разрушало пастбища, оставляя почву уязвимой для эрозионных стоков и сильных ветров в период свирепых летних бурь.

Территория Сахеля стала более равномерно и непрерывно использоваться для выпаса и земледелия по мере их интенсификации. Между 1930 и 1970 г. поголовье травоядных животных удвоилось, а численность населения утроилась. Новые французские плантации, где выращивали хлопчатник и арахис в качестве товарных культур, вытеснили крестьян, ведущих натуральное хозяйство, на меньшие по площади малопродуктивные земли. Периоды парования сократились или вовсе исчезли, и урожай начали снижаться. Земля, обнажившаяся под увядшими посевами, высыхала и выдувалась ветром.

В 1972 г. не было дождей, и трава не выросла. Там, где из-за постоянного чрезмерного выпаса оставалось мало прошлогодней травы, повысилась смертность скота. Немногочисленные выжившие плодовые деревья принесли мало плодов. Миллионы беженцев хлынули в стихийно возникшие огромные поселения для бедноты. Голод унес жизни от ста тысяч до четверти миллиона людей. Хотя засуха и стала непосредственной причиной этого бедствия, именно культурно-экономические преобразования колониальной эпохи привели к эксплуатации Сахеля и позволили численности населения вырасти до таких пределов, когда земля, переживавшая периоды засухи, уже не

могла его прокормить. Уже не помогал и экспорт выращенных на крупных плантациях культур, который продолжался и во время голода.

Исчезновение многолетнего растительного покрова из-за перевыпаса приводит к опустыниванию, так как почва становится незащищенной перед угрозой ветровой и водной эрозии. В полуаридных регионах после того, как природные многолетние растения исчезли, скорость эрозии по оценкам составляет от половины до трех четвертей дюйма почвы в год. Этот процесс в целом необратим: растения не могут пережить сухой сезон без влагоудерживающего верхнего слоя почвы. Как только почва исчезает, способность земли к жизнеобеспечению человека тоже пропадает.

Снимок, сделанный спутником НАСА во время голода, стал неопровержимым доказательством того, что причиной кризиса был человеческий фактор. Таинственный зеленый пятиугольник в центре зоны, опустошенной засухой, оказался территорией ранчо площадью четверть миллионов акров, отделенной от окружающей его пустыни простым ограждением из колючей проволоки. Ранчо, появившееся в тот же год, когда началась засуха, было поделено на пять секторов с тем, чтобы в каждом секторе скот кормился в течение одного года. Ограничив интенсивность выпаса, хозяева предотвратили те проблемы, которые принесли голод на окружающую сельскую местность.

И на территории Сахеля, и в Северной Африке опустынивание началось в 50–60-х гг. XX в. несмотря на то, что уровень осадков на севере континента в эти годы превышал средние значения. На крупных государственных ранчо, основанных в 60-е гг., признаков опустынивания заметно не было в тех случаях, когда они располагали рассчитанными на долгий срок лугопастбищными угодьями. Засуха, конечно, усугубляет последствия деградации земель, однако изменчивость климата не является основной причиной опустынивания. Периодические засухи – естественный феномен для полуаридных регионов. Адаптированные к засухам экосистемы и общества в прошлом успешно переживали сухие сезоны. Африканские племена,

традиционно занимавшиеся скотоводством, фактически осуществляли контроль за численностью населения с помощью установленных социальных правил, вырабатывавшихся на протяжении столетий, когда скудость засушливых периодов чередовалась с изобилием более влажных.

Показатели интенсивности эрозии почв на западноафриканских полях колеблются примерно от трех четвертей дюйма в столетие на сельскохозяйственных угодьях саванны до более десяти дюймов в год на выпаханных догола крутосклонных полях, ранее расчищенных от леса. По некоторым оценкам, средняя скорость эрозии на обрабатываемых землях Сахеля составляет около одного дюйма в год. Во многих районах Западной Африки пахотный слой почвы уходит в глубину всего на шесть–восемь дюймов. Обработка земли после ее расчистки от деревьев быстро истончает этот слой до основания. Урожай кукурузы и вигны на юго-востоке Нигерии упали на 30–90% из-за уменьшения глубины пахотного слоя менее чем на пять дюймов. По мере увеличения численности населения Нигерии крестьяне, жившие натуральным хозяйством, переместились на более холмистые территории, где не было условий для устойчивого земледелия. Плантации маниока на участках земли с уклоном более восьми градусов теряют почву более чем в семьдесят раз быстрее, чем поля с уклоном менее одного градуса. Эрозия на склонах нигерийских возвышенностей, где выращивают маниок съедобный, протекает с интенсивностью более одного дюйма в год, то есть во много раз быстрее, чем любые мыслимые показатели скорости восстановления почвы.

Социальные конвенции препятствовали сохранению почв. Те, кто вел натуральное хозяйство, не желали вкладываться в борьбу с эрозией, потому что каждые несколько лет переселялись на новые участки. Проблемы с эрозией стояли наиболее остро в районах, где индивидуальным попыткам сохранить почву мешал общинный принцип землевладения. Во многих западноафриканских странах схемы найма тракторов активно субсидируются государством, поэтому земледельцы стремятся вспахать свои поля независимо от уклона местности, типа

почвы или системы агротехнических приемов. За последние тридцать лет интенсивность эрозии почв в Африке к югу от Сахары увеличилась в двадцать раз. Типичное для сельского хозяйства Западной Африки быстрое эродирование почвы показывает, что для уничтожения пахотного слоя хватает всего нескольких лет обработки. А это, в свою очередь, подпитывает стремление расчистить еще больше земли.

В конце 70-х гг. XX в. профессор из Вашингтонского университета Том Данн и два его аспиранта (один из них стал моим научным руководителем) провели сравнительный анализ текущих и долговременных коэффициентов эрозии на пологих склонах полуаридных пастбищных угодий Кении, используя высоту земляных останцов в тех местах, где растительность известного (или в разумных пределах рассчитываемого) возраста все еще удерживала почву на оголенных косогорах, а также степень врезов в земные поверхности датированного геологического возраста. Сохранившиеся грунтовые всхолмления, выступавшие на восемь дюймов над основной поверхностью земли вокруг низкорослых кустарников возрастом от пятнадцати до тридцати лет, указывали на то, что скорость эрозии в последние годы составляла порядка половины дюйма в год.

Группа Данна определила, что средняя скорость эрозии, начиная с эпохи динозавров приближалась к одному дюйму за каждые три тысячи лет. Средняя скорость эрозии за прошедшие несколько миллионов лет составляла около дюйма в девятьсот лет, то есть немного превышала рассчитанную ими скорость почвообразования: не более одного дюйма каждые каждые две с половиной тысячи лет. Современная скорость эрозии, однако, варьировалась от одного дюйма за десятилетие до половины дюйма в год. Основываясь на разнице между скоростью почвообразования и современными темпами эрозии, они рассчитали, что потребуется от двух до десяти веков, чтобы обнажить пологие склоны Кении до уровня коренных скальных пород.

Почвенная эрозия способна лишить землю животворящей силы – но землю все-таки можно вылечить. В Нигерии

некоторые крестьяне, жившие натуральным хозяйством, сделали несколько несложных изменений и преобразовали свои поля – причем без всяких затрат. Держа своих овец на привязи и скармливая им оставшееся после сбора урожая жнивье вместо того, чтобы отправлять их на свободный выпас, они получили возможность собирать навоз для удобрения следующего посева. Включение вигны в севооборот также помогло повысить плодородие почвы. Невысокие каменно-земляные стены, сложенные вокруг поля, защищали почву от вымывания в период проливных дождей. Урожай выросли вдвое, а то и втрое без всяких химических удобрений. Все, что требовалось, – это труд, то есть именно то, что может позволить себе вложить крестьянин, ведущий натуральное хозяйство. Трудоемкие методы восстановления плодородия почвы превратили негативные факторы, вызванные высокой плотностью населения, в позитивные.

Эфиопия служит еще одним примером того, как человеческие сообщества зачастую сами провоцируют эрозию почв. Средневековая вырубка лесов в северной части царства дала толчок такой ураганной эрозии в Тыграе и Эритрее, что склоны холмов уже не могли прокормить травоядных животных. Примерно к 1000 г. н. э. экономические последствия деградации почв вынудили перенести столицу царства на юг, где земли были лучше. Там повторился тот же процесс: обширная почвенная эрозия последовала за массовой вырубкой лесов. Регион до сих пор остается нищим и при неблагоприятных погодных условиях не способен обеспечить себя продовольствием.

В середине 80-х гг. XX в. вызванный засухой неурожаем обрел на голод десять миллионов жителей Эфиопии. Сотни тысяч умерли, несмотря на принятые мировым сообществом самые широкомасштабные в истории меры по борьбе с голодом. Задолго до двадцатого века земледелие сместилось с лучших сельскохозяйственных земель в предрасположенные к эрозии холмистые районы. Начиная с 30-х гг. XX в. вырубка лесов в Эфиопии оставила всего лишь 3% изначального лесного по-

крова и пятикратно увеличила концентрацию ила в Голубом Ниле. Средняя скорость потерь пахотного грунта на западных возвышенностях говорит о том, что потребуется немногим более ста лет, чтобы верхний слой почвы полностью исчез из-за эрозии. В дополнение к прямым потерям почвы от эрозии ее плодородие по расчетам будет снижаться со скоростью 1% в год из-за непрекращающейся интенсивной обработки земли отчаявшимися фермерами.

Кризис в Эфиопии, вызванный экологической миграцией беженцев, показывает, как почвенная безопасность, в конечном счете может стать вопросом национальной безопасности. Награждение Вангари Маатаи в 2004 г. Нобелевской премией мира за ее деятельность по экологическому возрождению сельских районов Эфиопии свидетельствует о том, что поток экологических беженцев, численность которых уже превышает количество политических беженцев, превращается в глобальную проблему. Люди способны пережить временные засухи, однако опустынивание заставляет население эмигрировать, как только земля перестает обеспечивать потребности животноводства и земледелия.

Опустынивание – проблема не только Африки. Более одной десятой поверхности Земли подвергается опустыниванию – примерно треть ее суши. Согласно проведенным за последние пятьдесят лет исследованиям, темпы опустынивания в регионах с уровнем атмосферных осадков от 5 до 20 дюймов в год таковы, что, если ситуация не изменится, подавляющая часть полуаридной зоны превратится в пустыню уже в этом столетии. Десяток лет тому назад Всемирный продовольственный саммит 1996 г. в Риме признал глобальную защиту и устойчивую обработку почв важнейшей задачей в деле обеспечения безопасности будущих поколений.

Перед Второй мировой войной Западная Европа была единственным в мире регионом, импортирующим зерно. В конце 30-х гг. XX в. экспорт зерна из Латинской Америки почти вдвое превышал тот же показатель Северной Америки. Экспорт с целинных земель Советского Союза по масштабам мог

сравниться с Великими Равнинами США. В настоящее время Азия, Латинская Америка, Восточная Европа и Африка, самодостаточные в этом плане до Второй мировой войны, все ввозят зерно. К началу 80-х гг. более сотни стран зависели от поставок североамериканского зерна. Сегодня Северная Америка, Австралия и Новая Зеландия остались единственными крупными экспортерами зерна на планете.

Голод вернулся на мировую арену после десятилетий беспрецедентного послевоенного процветания, когда в высшей степени переменчивый характер атмосферных осадков вкупе со все нарастающей интенсивной деградацией земельных ресурсов привели к неурожаям в регионах. В середине 60-х гг. США отправили 20% урожая своей пшеницы в Индию, чтобы предотвратить голод из-за двух подряд неурожайных лет. Когда в 1972 г. в Индии снова случился неурожай, более восьмисот тысяч индийцев умерли от голода. На этот раз Америка не пришла на выручку: увеличившийся импорт в СССР ограничил имевшиеся запасы пшеницы. Вдобавок закупки зерна русскими в 1972 г. подвигли фермеров США к распахованию маргинальных земель, что подорвало многолетние усилия по сохранению почв. Сегодня влияние региональных неурожаев на мировые цены на зерно отражает тесное соотношение между мировыми поставками продовольствия и спросом. Постоянное наличие излишков североамериканской сельхозпродукции стало фактором глобальной безопасности.

Начиная с 1860 г. было обработано и введено в сельскохозяйственное производство более двух миллиардов акров целинных и залежных земель. До последних десятилетий XX в. расчистка новых территорий компенсировала потери сельскохозяйственных угодий. В 80-е гг. общая площадь обрабатываемой земли начала уменьшаться – впервые с тех пор, как сельское хозяйство пришло на земли между Тигром и Евфратом. В развитых странах темпы введения в оборот новых (как правило, малоплодородных) земель были ниже скорости истощения почвы. Несмотря на то, что мы используем чуть больше одной десятой поверхности Земли под растениеводство и еще четверть зем-

ной поверхности для выпаса скота, остается очень мало неиспользованной земли, которая была бы пригодной для обоих этих направлений. Наверное, единственные оставшиеся территории, где возможно сельскохозяйственное освоение земли, – это тропические леса с их маломощными, легко эродируемыми почвами, которые способны лишь непродолжительное время служить сельскохозяйственным целям.

Поскольку мы уже вовлекли в агропроизводство ту часть поверхности планеты, где можно вести устойчивое сельское хозяйство, серьезное беспокойство вызывает потенциальная угроза, которую несет земледелию глобальное потепление. Прямые последствия повышения температуры воздуха сами по себе тревожны. В недавнем исследовании, опубликованном в «Proceedings of the National Academy of Sciences», показано, что ежедневное среднее повышение минимальной температуры в течение вегетационного периода всего на 1°C приведет к снижению урожайности риса на 10%. Сходные результаты получены и для пшеницы с ячменем. Помимо прямого воздействия на урожай, сценарии глобального потепления, прогнозирующие в следующем столетии повсеместный рост температур от 1°C до 5°C, предвещают еще более серьезную угрозу.

Три самых крупных региона планеты с лёссовыми почвами – американский Средний Запад, север Европы и северный Китай – производят львиную долю мирового урожая зерна. Производительность современного сельского хозяйства зависит от климатических условий на этих обширных залежах идеальных для земледелия почв, которые пока что остаются благоприятными для выращивания сельхозкультур. Канадские и американские прерии в западной своей части уже перешли в разряд маргинальных с сельскохозяйственной точки зрения. Однако глобальное потепление, по прогнозам, усугубит здесь, в самом сердце Северной Америки, суровый характер засух, причем настолько, что «Пыльный котел» покажется сравнительно безобидным событием. С учетом прогнозов о двукратном увеличении численности человечества в этом столетии нет никакой уверенности, что население планеты сможет само себя прокормить.

В других местах предсказывают повышение влажности в связи с тем, что глобальное потепление ведет к более интенсивному влагообороту. Возросшая частота проливных дождей, по прогнозам, существенно усилит проявления водной эрозии в Новой Англии, Среднеатлантических штатах и на Юго-Востоке страны. Моделирование почвенной эрозии позволяет предсказать ее рост от 20% до почти 300% – в зависимости от того, как фермеры отреагируют на изменяющийся режим атмосферных осадков.

Глобальное потепление и ускоряющаяся эрозия – не единственные проблемы сельскохозяйственных угодий. В детстве, проведенном в калифорнийской долине Санта-Клара, я наблюдал, как сады и поля между Пало-Альто и Сан-Хосе превращаются в Силиконовую долину. Одна из самых интересных вещей, которую я узнал на своей первой в жизни работе в должности инспектора по фундаментам, заключалась в том, что подготовка строительной площадки подразумевает снятие и вывоз верхнего слоя почвы на свалку. Иногда мелкозернистую верхнюю почву продавали для использования в других проектах в качестве засыпки. Полностью заасфальтированная Силиконовая долина в обозримом будущем не сможет никого кормить.

Достаточное количество американских ферм исчезло под бетоном, покрывшим штат Небраска в 1945–1975 г. Каждый год в период с 1967 по 1977 г. урбанизация трансформировала почти миллион акров сельскохозяйственных угодий США в земли несельскохозяйственного назначения. В 70-х и 80-х гг. более сотни акров пахотной земли в США ежечасно передавались для других нужд. Экспансия городов в 60-е гг. поглотила несколько процентов лучших пахотных угодий Европы. Вследствие урбанизации более 25% сельскохозяйственных земель Британии уже скрылись под дорожным покрытием. Разрастающиеся городские территории продолжают захватывать пригодные для сельского хозяйства земли, столь необходимые для обеспечения горожан пищей.

Во времена холодной войны Министерство сельского хозяйства разработало допустимые параметры потерь почвы,

чтобы оценить потенциальные возможности различных типов почв выдерживать продолжительную нагрузку агропроизводства. Эти параметры основывались как на технических, так и на социальных затратах, что в 50-е гг. XX в. считалось экономически и технически целесообразным. Почвозащитное планирование, базирующееся на таком подходе, определяет приемлемые коэффициенты почвенной эрозии в размере от 5 до 14 тонн с гектара за год (2–10 тонн с одного акра за год), что эквивалентно потере одного дюйма почвенного слоя за период от 25 до 125 лет (0,2–1,0 мм в год). Однако агрономы, как правило, придерживаются той точки зрения, что поддержание продуктивности почвы возможно при условии сдерживания эрозии на уровне 1 тонны с гектара за год – при потерях менее чем одного дюйма за 250 лет – то есть в два, а то и в десять раз ниже утвержденных МСХ США допустимых норм потерь почвы.

До последних десятилетий имелось крайне мало достоверных данных о скорости воспроизводства почвы. Поэтому осознать важность этой проблемы было нелегко. Хозяйства теряли почву быстрее, чем им бы хотелось, однако при этом было легко утратить общее представление об этой угрозе с учетом того, что фермеры предпринимали все возможное, чтобы решить вопрос с перепроизводством, а продовольствие стоило дешево. Тем не менее, все без исключения недавние исследования, проведенные с использованием разнообразных методик, указывают на то, что скорость почвообразования значительно ниже, чем разработанные МСХ США допустимые значения потерь почвы. Обзор показателей скорости почвообразования на водосборных площадях по всему миру свидетельствует, что их значения находятся в пределах от 0,1 до 1,9 тонн на гектар за год при том, что время, требующееся для формирования одного дюйма почвенного слоя, варьируется примерно от 160 лет в покрытой вереском Шотландии до более 4 тыс. лет в листопадных лесах Мэриленда. Сходным образом баланс геохимической массы планеты, основанный на запасах семи основных элементов в земной коре, почвах и водах, устанавливает среднюю глобальную скорость почвообразования в промежутке

между одним дюймом за 240 лет и одним дюймом за 820 лет (что эквивалентно скорости эрозии от 0,37 до 1,29 тонн с гектара в год). Для лёссовых почв Великих Равнин скорость почвозамещения в один дюйм каждые 500 лет представляется более реалистичной, чем приемлемые коэффициенты потерь почвы, принятые МСХ США. Следовательно, «приемлемые» на данный момент показатели скорости почвопотерь в долгосрочной перспективе экологически неустойчивы, так как допускают эрозию почвы со скоростью, превышающей почвообразование в диапазоне от четырехкратной до двадцатипятикратной.

В 1958 г. Министерство сельского хозяйства обнаружило, что почти две трети сельскохозяйственных земель страны эродированы со скоростью, признанной министерством разрушительной – быстрее утвержденных им допустимых значений потерь почвы. Спустя десяток лет в рамках такого же обзора не было обнаружено никакого улучшения: две трети сельскохозяйственных угодий в стране теряли почву быстрее, чем это допустимо. Несмотря на то, что после «Пыльного котла» принимались меры по внедрению почвозащитных методик, к 70-м гг. XX в. почти двести миллионов акров американской пахотной земли были истощены или потеряны для земледелия. После двух веков независимости эрозия уничтожила треть пахотного слоя земель страны. Такими темпами мы останемся без пахотного слоя в более короткие сроки, чем минуло с того дня, когда Колумб достиг Нового Света.

К наступлению 70-х гг. XX в. многие планы почвосохранения, выработанные за предшествующие десятилетия, были забыты, так как правительственные стратегии переместились в сторону поддержки более агрессивной обработки земли. Аграрная политика США при министре сельского хозяйства Эрле Бутце поощряла фермеров, пахавших «от межи до межи», чтобы вырастить урожай на продажу русским. Товарные культуры пришли на смену злаковым травам и бобовым в севообороте, а все более крупногабаритные трактора по нарастающей превращали такие почвозащитные меры, как контурная вспашка и террасирование, в досадные излишества.

В конце 70-х гг. кое-кто в Конгрессе с тревогой воспринимал тот факт, что эрозия почв продолжает подрывать американское сельское хозяйство, невзирая на действовавшие в течение сорока лет контрмеры. Принятый в 1977 г. закон «О сохранении почвенных и водных ресурсов» потребовал от МСХ США провести всеобъемлющую экспертную оценку почв в стране. В итоговом докладе, который готовили четыре года и опубликовали в 1981 г., был сделан вывод, что американская почва продолжает эродировать с вызывающей беспокойство скоростью – быстрее, чем в течение четырех десятков лет после «Пыльного котла». В 70-е гг. страна теряла четыре миллиарда тонн почвы в год – на миллиард тонн больше, чем ежегодно в 30-е гг. XX в. Товарный поезд, загруженный всей этой землей, по длине состава обогнул бы земной шар двадцать четыре раза. При такой интенсивности потребуется всего один век, чтобы утратить весь оставшийся пахотный слой земель страны.

В реальности, политическую поддержку затрат на спасение почвы было трудно примирить с официальной линией на агрессивное выращивание максимальных урожаев для продажи за рубеж. С поправкой на инфляцию, правительственное финансирование консервационных сельскохозяйственных программ сократилось в 70-е гг. более чем вполтину. Никакие объемы данных не были в силах изменить точку зрения конгрессменов, что реальная проблема заключается в низких ценах из-за перепроизводства. Зачем тратить деньги налогоплательщиков на спасение почвы, когда закрома ломятся от зерна?

Частично проблема состояла в том, что по прошествии десятилетий, когда на почвозащитные программы тратились значительные средства, было мало надежной информации об их эффективности в снижении темпов эрозии на американских фермах. Один из немногих хорошо задокументированных примеров подобных изысканий зафиксировал существенное ослабление почвенной эрозии в районе Кун Крик, Висконсин, за период с 1936 по 1975 г. Объявленный в 1933 г. первой демонстрационной площадкой для почвозащитных мер водосборный бассейн Кун-Крика был сильно эродирован. На

полях, распаханых стандартным образом по ровным крутым склонам, отсутствовали покровные культуры, они были плохо удобрены, севооборот нарушен. Пастбища стравливались и эродировали. В течение более сорока лет выполнявшие рекомендации Службы охраны почв фермеры приняли на вооружение контурную вспашку, включили в севооборот покровные культуры, повысили использование органических удобрений, запахивали растительные остатки обратно в почву. К 1975 г. широкое применение более рациональных сельскохозяйственных приемов снизило интенсивность склоновой эрозии в бассейне в целых четыре раза по сравнению с уровнем 1934 г.

Согласно недавним расчетам МСХ США, эрозия почв на обрабатываемых землях США уменьшилась с трех миллиардов тонн в 1982 г. до уровня ниже двух миллиардов тонн в 2001 г. – достижение, конечно, существенное, но все равно намного превышающее скорость почвообразования. В конце 90-х гг. хозяйства Индианы все еще теряли тонну почвы на каждую тонну собранного зерна. Даже несмотря на нашу осведомленность о том, что почвозащитные меры, принимавшиеся древними цивилизациями, были чаще всего половинчатыми и всегда слишком запоздалыми, мы неизменно продолжаем повторять судьбу этих цивилизаций. Только в этот раз мы делаем это уже в глобальном масштабе.

По всей планете с 1945 г. эрозия почв в пределах от умеренной до чрезмерной привела к деградации 1,2 млрд. гектаров сельскохозяйственных земель – площади, равной территориям Китая и Индии вместе взятым. Согласно одной из оценок, площадь сельскохозяйственных угодий, эксплуатировавшихся, но заброшенных за прошедшие пятьдесят лет, равна той площади, которая обрабатывается в настоящее время. ООН сообщает о 38% обрабатываемых земель во всем мире, серьезно деградировавших после Второй мировой войны. Каждый год хозяйства всего мира теряют 75 млрд. тонн почвы. Подготовленный в 1995 г. обзор глобальных последствий почвенной эрозии оценивал ежегодные потери пахотных земель из-за эрозии почвы

и ее истощения в 12 млн. гектаров. Это означает, что каждый год общая площадь пашни уменьшается почти на 1%. Понятно, что такой ущерб нерационален.

В глобальном масштабе, при средних показателях эрозии пахотных земель от десяти до ста тонн с гектара за год, почва утрачивается в сто раз быстрее, чем формируется. На сегодняшнем этапе эпохи земледелия почти треть мировых земельных ресурсов, пригодных для обработки, уничтожена эрозией, причем львиная их доля – за последние сорок лет. На исходе 80-х гг. XX в. под руководством голландцев проводилась оценка глобальной эрозии почв. Выяснилось, что на почти 2 млрд. гектаров ранее пригодных для обработки земель уже невозможно выращивать сельскохозяйственные культуры. Такая земельная площадь могла бы прокормить миллиарды людей. Запас почвы, который мы не можем позволить себе потерять, подходит к концу.

В середине 90-х гг. исследовательская группа Дэвида Пиментела в Корнелльском университете проанализировала экономические потери из-за эрозии почв и потенциальные экономические выгоды почвозащитных мероприятий. Ученые учитывали локальные затраты на восстановление водоудерживающей способности грунта, утраченной в результате эрозии, и на использование удобрений, способных заменить потерянные почвой питательные вещества. Ими также была дана оценка не прямых затрат в связи с возросшим ущербом от паводков, уменьшением емкости водосбора и дноуглубительными работами на заиленных реках для обеспечения навигации. По их расчетам, устранение того урона, который нанесла эрозия почв, будет стоить США 44 млрд. долларов в год, а всему миру – около 400 млрд. долларов в год, то есть более чем 70 долларов с каждого жителя планеты – выше, чем годовой доход большинства ее населения.

Группа Пиментела рассчитала, что для приведения скорости эрозии на пахотных землях США в соответствие со скоростью почвообразования потребуются ежегодные капиталовложения в размере около 6 млрд. долларов. Еще 2

миллиарда в год необходимы для пастбищных угодий США. Каждый доллар, инвестированный в сохранение почвы, сэкономит обществу более пяти долларов.

В краткосрочной перспективе, однако, игнорирование почвозащитных мер обойдется фермерам дешевле: стоимость мероприятий по снижению почвенной эрозии может быть в несколько раз выше, чем прямая экономическая выгода от их внедрения. Фермеры, имеющие большую задолженность и/или низкую маржу прибыли, вероятно, будут вынуждены выбирать между почвозащитой, ведущей к банкротству, и эксплуатацией своей земли до того предела, когда она станет экономически бесперспективной. Экономические и политические стимулы потворствуют таким практикам, которые со временем лишат почву плодородия, однако сохранение сельскохозяйственного фундамента цивилизации требует охраны земли от ускоряющейся почвенной эрозии и недопущения ее передачи под другие цели.

Многие почвозащитные меры представляют собой испытанные временем методики. Приемы, с помощью которых пытались обуздать эрозию почвы после «Пыльного котла», были не новы – контурная вспашка и использование покровных культур обрели известность еще за столетие до этого. Та же история с террасированием, которое способно снизить эрозию на 90% – этого достаточно, чтобы компенсировать неизбежное ускорение темпов эрозии при обработке почвы.

Испытания почвозащитных технологий в Техасе, Миссури и Иллинойсе замедлили эрозию минимум в два, а максимум – в тысячу раз, повысив при этом почти на четверть урожай таких культур, как хлопчатник, кукуруза, соя и пшеница. Сохранение почвы – это отнюдь не неизведанная область. Многие из наиболее эффективных методов известны на протяжении веков.

Несмотря на убедительные свидетельства того, что эрозия почв уничтожила античные цивилизации и способна нанести серьезный вред современному обществу, отдельные предостережения относительно надвигающегося почвенного кризиса и нехватки продовольствия оказались сильно преувеличены. В

начале 80-х гг. XX в. сельскохозяйственный экономист Лестер Браун предупреждал, что современная цивилизация может остаться без земли раньше, чем кончится нефть. Несостоятельность таких сеющих тревогу прогнозов, так и не сбывшихся за последние несколько десятилетий, помогли консервативному крылу экономистов–ресурсников приуменьшить потенциальную опасность почвенной эрозии перед лицом проблемы продовольственной безопасности. И все же в условиях, когда эрозия уносит почву с сельскохозяйственных полей быстрее, чем эта почва формируется, такие взгляды недалековидны. Споры о том, приведут ли потери почвы к острому кризису в 2010 г. или в 2100 г., беспредельны.

Аналитики приводят множество причин отсутствия прогресса в глобальной войне с нищетой, однако почти каждый регион, где остро стоит проблема бедности, также характеризуется ухудшающейся экологической обстановкой. Когда продуктивность земли падает, больше всех страдают те, чье пропитание зависит непосредственно от этой земли. В то время как деградация земель является результатом действия экономических, социальных и политических сил, она же выступает и главным двигателем этих сил. Истощение земли по нарастающей становится основной причиной бедности в развивающихся странах. В реальности битва с нищетой не может быть выиграна способами, приводящими к еще большей деградации земли.

Однако потерю почвы нельзя считать неизбежной. В каждом штате – и, возможно, в каждой стране – имеются эффективные, рентабельные фермерские хозяйства, не допускающие в своей деятельности чистых потерь верхнего слоя почвы. Несмотря на достигнутые за прошедшие полвека существенные успехи и прорывы в деле сохранения почв, общество до сих пор считает, что производственные показатели важнее, чем долговременное бережное отношение к земле. Прямые убытки фермеров из-за эрозии почвы в виде снизившихся урожаев, как правило, в краткосрочной перспективе игнорируются, а это означает, что почвозащитные меры могут никогда не реализоваться, даже если в долгосрочной перспективе они окажутся

экономически оправданными. Поэтому мы остаемся в двусмысленном положении, когда множество высокопродуктивных хозяйств сами подрывают свое будущее.

Уроки «Пыльного котла» и Сахеля явились веским доводом, побудившим правительства координировать почвозащитные программы, уделять им первостепенное внимание и инвестировать в них. Физические лица не всегда имеют стимулы к тому, чтобы защищать гуманитарные вложения в почву, ведь их краткосрочные интересы и не должны совпадать с долгосрочными интересами общества. В этой связи ключевая проблема заключается в нашей точке зрения на то, чем является сельское хозяйство. Это основа всех остальных отраслей, и, тем не менее мы все чаще рассматриваем сельское хозяйство просто как еще один производственный процесс.

В течение девятнадцатого столетия расширение площадей под сельскохозяйственную обработку более чем успешно шло в ногу с ростом населения по мере того, как земледельцы—первопроходцы распахивали Великие Равнины, канадские прерии, российскую степь, обширные территории Южной Америки и Австралии. Однако даже в начале XX в. было ясно, что дальнейший рост численности населения должен подкрепляться не освоением новых земель, а увеличением урожая.

Плауги Джона Диры вместе с жатками Сайруса Маккормика позволили фермерам обрабатывать гораздо больше земли, чем могло быть хоть как-то унавожено поголовьем скота одной фермы. Чтобы раздвинуть пределы пашни и в полной мере воспользоваться преимуществами новой техники, фермеры должны были либо по-прежнему полагаться на доступность неосвоенных земель, либо находить замену восьмидесяти головам скота, которые требовались для полноценного удобрения 64 гектаров пашни, составляющих «четверть секции». Возможность обрабатывать гораздо более обширные площади с помощью новых трудосберегающих машин обеспечило готовый рынок сбыта для удобрений. Впредь масштабы агропроизводства уже никогда не будут ограничены способностью фермерского хозяйства восстанавливать плодородие почвы.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ



Грязное дело

Нация, уничтожающая свои почвы,
уничтожает себя.

Франклин Д. Рузвельт



ЧЕРЕЗ НЕСКОЛЬКО ЛЕТ ПОСЛЕ МОИХ НАБЛЮДЕНИЙ за стремительными темпами разрушения почвенного слоя в районе нижней Амазонки я нашел антитезу этому процессу, когда возглавил экспедицию в южный Тибет. Проезжая по ухабистым грунтовым дорогам региона вдоль долины реки Цангпо, я встретил сельскохозяйственную систему с тысячелетней историей. Там мы исследовали древнее ледниково-подпрудное озеро, разрушительным потоком слившееся вниз по гималайскому ущелью, сквозь которое река проложила себе путь к месту впадения в Ганг. В поисках обнажений древнего озерного дна мы проезжали через деревни, изобиловавшими курами, яками, свиньями. Всюду в окрестностях сел низкие криволинейные донные пороги удерживали почву на полях, где выращивали ячмень, горох и желтые цветы с семенами, богатыми каноловым маслом.

Несколько суток спустя стало ясно, что огораживающие грязевые валы представляли собой лишь часть той тайны, за которой скрывались десять веков возделывания озерного дна. Следуя ежедневному распорядку, тибетский скот без всякого присмотра самостоятельно отправлялся днем на поля, сам о себе заботился, а вечером возвращался домой. На обратном пути в конце каждого дня полевых исследований мы видели свиней и крупный рогатый скот, терпеливо ожидавших, когда

их впускают на огороженные семейные участки. Эти самоходные распределители органических удобрений не жалели своих сил; даже кратковременный дождь превращал поля и дороги в растекающиеся лужи бурого навоза.

После того как нами были обнаружены останки ледниковой запруды, которая когда-то сковала воды озера, мы остановились на ночь в дешевой гостинице конечного на нашем пути местечка под названием Пай. Самодельные нары служили постелями в предназначенных для ночлега закутах, едва разделенных необработанными дощатыми перегородками. Сопроводивший нас внутрь владелец порекомендовал использовать задний двор в качестве туалета. Тот факт, что уборкой заднего двора занимались свиньи, несколько беспокоил меня во время ужина, состоявшего из свинины. И все же я не мог не оценить эффективность такого подхода, когда свиньи питаются продуктами жизнедеятельности и удобряют почву, после чего и собранный урожай, и сами свиньи идут в пищу людям.

Выводя за скобки очевидные вопросы, связанные с гигиеной, надо признать, что эта система поддерживала плодородие почвы. Если не считать торчащих кое-где из стен домов спутниковых тарелок, деревни вдоль течение Цангпо во многом выглядели так же, как и вскоре после стока воды из озера. Контроль за эрозией почвы и использование скота для удобрения пашни позволили жителям поколения за поколением обрабатывать те же самые поля.

Однако тибетское сельское хозяйство меняется. Вдоль дороги, ведущей из Лхасы, китайские фермеры–переселенцы и предприимчивые тибетцы устанавливают на полях ирригационные системы и возводят тепличные комплексы. На протяжении всего обозримого исторического периода технологические новшества периодически увеличивали объемы сельскохозяйственной продукции – с тех самых пор, как первые земледельцы начали использовать палки для рыхления почвы перед посевом. Плуги появились, когда начали впрягать животных, чтобы пахать более крупными палками. Тяжелые металлические плуги позволили земледельцам распахивать

подпочву после того, как верхний слой уничтожался эрозией. Это не только дало возможность заниматься растениеводством на деградировавших полях, но и расширило площади обрабатываемых земель.

Пахота разрыхляет грунт для посева, помогает бороться с сорняками, облегчает выход ростков. Позволяя выращивать необходимый ассортимент культур, вспашка все же лишает оголенную землю защиты в виде растительности, которая обычно впитывает дождевую влагу и противостоит эрозии. Вспашка дает земледельцам возможность производить намного больше продовольствия и кормить большее количество народа – за счет медленного истощения запасов плодородной почвы.

По мере совершенствования земледельческих приемов путем проб и ошибок появилась агротехника. Главными инновациями стали опыты с органическими удобрениями и адаптированные к региону севообороты. До механизации сельского хозяйства фермеры возделывали разнообразные культуры, часто вручную, в мелких хозяйствах, где жнивье, навоз, а иногда и отходы жизнедеятельности человека использовали для сохранения плодородия почвы. Как только фермеры научились вводить горох, чечевицу или фасоль в схему севооборота наряду со своими основными культурами, земледельческие поселения смогли существовать за пределами пойменных долин, где природа регулярно поставляла свежую грязь.

В азиатских тропиках первые несколько тысячелетий растениеводства прошли в условиях суходольного земледелия, во многом так же, как и ранние этапы истории возделывания пшеницы. Затем, примерно 2500 лет тому назад, люди начали выращивать рис на искусственно оводненных полях или чеках. Новый подход позволил предотвратить истощение азотного фонда почвы – настоящей напасти для земледельцев в тропиках: стоялая вода способствовала избытку азотфиксирующих водорослей, функционировавших в качестве живого удобрения. Рисовые чеки также создавали идеальные условия для разложения и повторного использования продуктов жизнедеятельности человека и животных.

Став феноменально успешным примером адаптации, чекое рисоводство распространилось по просторам Азии и стало катализатором небывалого роста численности населения в регионах, малопригодных для предшествующих способов выращивания риса. Однако, несмотря на то, что новая система обеспечивала жизнь большему количеству людей, основная масса населения все еще жила на грани голода. Повышение объемов производимого продовольствия вовсе не означало, что у бедняка появилось больше еды. Как правило, это просто говорило о том, что большее число людей может себя прокормить.

По свидетельству географа Уолтера Мэллори, в начале 20-х гг. XX в. не было недостатка в идеях по решению проблемы голодоморов в Китае. Инженеры-строители предлагали регулировать течение рек, чтобы смягчить разрушительную для посевов мощь паводков. Инженеры-агротехнологи рекомендовали ирригацию и мелиорацию для расширения обрабатываемых площадей. Экономисты предлагали новые банковские механизмы для стимулирования инвестиций городских капиталов в сельские районы. Были и приверженцы более радикальных политических мер, замышлявшие переместить жителей многонаселенных регионов на безлюдные просторы Монголии. Сосредоточившись на симптоматике, мало кто обращал внимание на корневую причину – хищническую обработку маргинальных земель.

В Китае 20-х гг. XX в. для того, чтобы прокормить одного человека в течение года, требовалась площадь почти в один акр (0,4 га). Треть всех земельных участков занимали площадь менее половины акра, слишком маленькую для пропитания одного человека, а тем более целой семьи. Больше половины участков в личном владении не превышали полутора акров – вот реальность, которая постоянно грозила китайцам голодом. Плохой год, то есть всего один неурожай, означал голод. В плане обеспечения населения продовольствием Китай находился на пределе своих возможностей.

Добыча пропитания отнимала от 70 до 80% среднего дохода семьи. Даже при этом типичный рацион двухразового пита-



Рисунок 23. Китайские крестьяне пахут песок (любезно предоставлен Лу Тунцзином).

ния состоял из риса, хлеба и соленой репы. Люди выживали от урожая до урожая.

Все же на Мэллори произвело впечатление, как крестьяне-земледельцы поддерживали плодородие почвы несмотря на то, что она более четырех тысячелетий подвергалась интенсивной обработке. Он противопоставил долголетие китайского сельского хозяйства стремительному истощению американских почв. Разгадкой этого феномена служило активное использование органических удобрений, когда отходы жизнедеятельности человека возвращались из городов и поселков на поля. Не имея доступа к химическим удобрениям, китайские крестьяне сами удобряли свою землю. К тому времени, когда жил Мэллори, питательные вещества в почве совершали круговорот на протяжении жизни более сорока поколений обрабатывавших свои поля крестьян.

В 20-е гг. распорядитель помощи по борьбе с голодом Й. С. Джанг расследовал, потребляют ли жители наиболее урожайных провинций больше продовольствия, чем им необходимо. То, что некоторые провинции объедаются, когда их соседи голодают, считалось проблемой национального масштаба.

Одна удивительная практика, которую обнаружил Джанг, получила распространение в провинции Шаосин, где урожай

были стабильны и обильны. По его словам, жители регулярно съедали более чем вдвое больше риса, чем могли переварить, набивая животы ни много ни мало, а тремя «двойными» порциями риса в день. Таким образом, отходы человеческой жизнедеятельности превращались в великолепное удобрение – причем его в регионе было в избытке. Даже после сбора обильных урожаев население не продавало зерно покупателям со стороны. Вместо этого практичные местные земледельцы строили и содержали элегантные общественные уборные, служившие для сбора продукта переваривания риса. Люди постоянно съедали излишки собранного урожая, реинвестируя средства в свой природный капитал путем возврата полупереваренных излишков в почву.

Сегодня около трети общей площади обрабатываемых земель Китая, которые покрывают 130 млн. гектаров, подвергается серьезной водной и ветровой эрозии. Показатели скорости эрозии на Лёссовом плато в XX в. почти удвоились; регион сегодня теряет в среднем более полутора миллиардов тонн почвы в год. Половина холмистой площади Лёссового плато полностью лишилась верхнего слоя почвы даже несмотря на то, что трудоемкие работы по террасированию в период «культурной революции» помогли наполовину сократить твердые стоки Желтой реки.

С 50-х по 70-е гг. XX в. Китай утратил из-за эрозии 25 млн. акров пахотной земли. От 20 до 40% грунта в южном Китае осталось без горизонта *A*, снизив содержание органических веществ, азота и фосфора в почве практически на 90%. Невзирая на расширяющееся применение синтетических удобрений, урожаи сельскохозяйственных культур Китая в период с 1999 по 2003 г. снизились более чем на 10%. В свете того, что в Китае начинают иссякать запасы обрабатываемой земли, возникает тревожное опасение: что может случиться, если миллиард людей начнет конфликтовать с соседями из-за пищи. При более оптимистическом раскладе – пока мы размышляем, сможет ли сельское хозяйство идти нога в ногу с ростом народонаселе-

ния планеты – можно уповать на впечатляющий рост сельскохозяйственного производства, достигнутый в XX веке.

До того как химические удобрения получили широкое признание, рост производительности в сельском хозяйстве был сравнительно неспешным. Совершенствование оборудования, севооборотов, дренажа в период с XIII по XIX в. удвоило урожай сельскохозяйственных культур как в Европе, так и в Китае. Традиционные агротехнические приемы были отброшены как устаревшие, когда открытие элементов, образующих питательные вещества в почве, создало предпосылки для развития промышленной агрохимии.

Основные научные достижения, предопределившие развитие химии почв, совершились в конце XVIII – начале XIX в. За четыре года до Американской революции Даниэль Рутерфорд и Антуан Лавуазье стали первооткрывателями соответственно азота и фосфора. В 1808 г. Гемфри Дэви открыл калий и кальций. Двадцать лет спустя Фридрих Вёлер синтезировал мочевины из аммиака и циануровой кислоты, доказав тем самым возможность создания органических соединений.

Гемфри Дэви подтвердил популярную теорию, согласно которой навоз помогает увеличивать урожай, поскольку органические вещества являются источниками плодородия почвы. Затем, в 1840 г. Юстус фон Либих продемонстрировал, что растения могут развиваться и без органических соединений. Тем не менее, Либих рекомендовал формировать органический состав почвы с помощью навоза, а также за счет возделывания бобовых и злаковых трав. Однако, по мнению Либиха, экскременты животных можно было бы заменить другими веществами с такими же основными компонентами. «В качестве основополагающего принципа сельского хозяйства необходимо принять тот факт, что вещества, удаленные из почвы, должны быть полностью восстановлены в ней, а будет ли такое восстановление осуществлено через посредство экскрементов, золы или костей, по большому счету, значения не имеет. Придет время, когда поля будут удобрять раствором... изготовленным на химических фабриках»¹. Последняя мысль оказалась революционной.

Опыты Либиха и его теории заложили фундамент современной агрохимии. Он открыл, что лимитирующим фактором в развитии растения становится тот элемент из числа жизненно необходимых, которым растение снабжается хуже всего. Ученый был убежден, что культурные растения можно выращивать непрерывно, без парования, если вносить в почву правильные питательные вещества. Открытие Либиха породило отношение к почве как к химическому складу, посредством которого подпитывается рост сельхозкультур.

Под влиянием идей Либиха Джон Беннет Лоус приступил к сравнительному анализу урожаев сельхозкультур с удобренных и неудобренных полей в Ротамстедском хозяйстве – его фамильном имении, находившемся немного к северу от Лондона. Химик–любитель с детства, Лоус изучал химию в Оксфорде, однако курс так и не закончил. Тем не менее, управляя своим имением, он экспериментировал в области агрохимии. Изучив влияние органических удобрений и растительных питательных веществ на рост сельскохозяйственных культур, Лоус нанял химика Джозефа Генри Гилберта, чтобы тот провел испытания и выяснил, помогут ли минеральные питательные вещества Либиха сохранять плодородие почвы дольше, чем на удобренном поле. Прошло лет десять, и стало ясно, что азот и фосфор способны поднять урожай до уровня, не уступающего, а то и превышающего показатели хорошо удобренной навозом пашни.

Один из предприимчивых друзей пробудил любопытство и коммерческие инстинкты Лоуса, спросив его, знает ли он какой-нибудь выгодный способ использования промышленных отходов, представляющих собой смесь золы животного происхождения и костей. Превращение мусора в золото – идеальный вызов для химика–неудачника. Природные минеральные фосфаты практически нерастворимы, поэтому прямая их ценность в качестве удобрения невелика – фосфору требуется слишком много времени, чтобы посредством выветривания стать пригодным к усвоению растениями. Однако под действием серной кислоты природные фосфаты превращались в водорастворимые, которые растения могли сразу же

поглощать. Лоус запатентовал свой метод изготовления суперфосфатных удобрений, обогащенных азотом и калием, и в 1843 г. основал на берегу Темзы фабрику. Впечатляющее воздействие продукции Лоуса на урожайность сельхозкультур привело к тому, что к концу века Британия производила миллион тонн суперфосфата в год.

Получив средства за счет солидной прибыли, Лоус стал делить свое время между Лондоном и Ротамстедским имением, превратив его в грандиозный экспериментальный полигон с тем, чтобы выяснить, как культурные растения извлекают питательные вещества из воздуха, воды и почвы. Лоус наблюдал за систематическими полевыми опытами по изучению влияния различных удобрений и агротехнических приемов на урожайность сельхозкультур. Азот был нужен не только для развития растения; обильные добавки неорганических удобрений на основе азота значительно увеличивали объемы урожая. Лоус рассматривал свою работу как базовую для понимания основ научного сельского хозяйства. Люди его круга признали это, избрав его членом Королевского общества в 1854 г. и наградив королевской медалью в 1867 г. К концу века Ротамстед стал образцом для финансируемых правительством научно-исследовательских станций, распространявших новую агрохимическую доктрину.

Теперь фермеру было достаточно подмешать в почву правильные химикаты, добавить туда семена, отойти и наблюдать, как растут его посевы. Вера в силу химикатов как катализаторов развития растений сменила земледельческое искусство и заставила смотреть на севооборот, на идею адаптации сельскохозяйственных методов к земле как на нечто старомодное. По мере того как агрохимическая революция опрокидывала привычные приемы и традиции, широкомасштабная агрохимия превращалась в общепризнанную земледельческую практику, а традиционные методы переходили в разряд альтернативных – даже несмотря на то, что научная база агрохимии помогала понять природу традиционной агротехники.

Эксперименты в XIX в. показали, что травоядные животные перерабатывают только четверть или треть азота, содержавшегося в съеденных ими растениях. Именно поэтому их экскременты изобилуют азотом. И все же навоз не возвращает в почву весь использованный азот. В отсутствие удобрений единственный способ поддержать азотный фонд почвы и обеспечить долгосрочную урожайность – это периодически выращивать бобовые культуры. Аборигенные сообщества по всему миру независимо друг от друга открыли для себя эту базовую сельскохозяйственную истину.

В 1838 г. Жан-Батист Буссенго продемонстрировал, что бобовые восстанавливают азот в почве, а пшеница и овес этого не могут. Так, наконец, был дан ответ на загадку севооборотов. Потребовалось еще пятьдесят лет, чтобы выяснить, как этот механизм работает. В 1888 г. пара немецких ученых–агрономов, Херманн Хелльригель и Херманн Вильфарт, опубликовали исследование, доказавшее, что в отличие от зерновых, полностью использующих почвенный азот, бобовые растут в симбиозе с почвенными микробами, которые инкорпорируют атмосферный азот в органические вещества. К тому времени, когда два Херманна вычислили микробную основу азотвосстанавливающих свойств фасоли, гороха и клевера, агрохимическая философия уже надежно укоренилась, чему поспособствовало открытие крупных залежей гуано несколько в отдалении от побережья Перу.

Перуанцам было известно об удобряющих способностях гуано за несколько столетий до прихода конкистадоров. Когда исследователь и путешественник Александр фон Гумбольдт в 1804 г. привез в Европу кусочек гуано, найденный на островах Чинча, необычный белый камень привлек внимание ученых, интересовавшихся агрохимией. Расположенные в отдалении от аридного перуанского побережья острова Чинча обеспечивали идеальные условия для того, чтобы огромные колонии гнездовавших там морских птиц оставили тонны гуано, сохранившиеся благодаря достаточно засушливому климату. Там его действительно было очень много – залежи гуано на Чинча, ме-

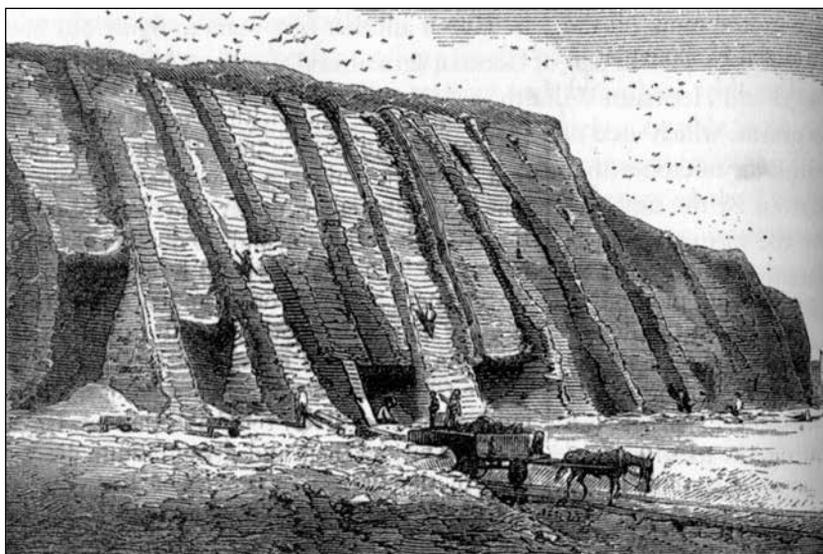


Рисунок 24. Литография огромных массивов гуано на островах Чинча. Около 1868 г. (*American Agriculturist* [1868] 27:20).

стами достигая в толщину две сотни футов, образовывали целую гору вещества, превосходящего навоз. Богатое фосфатами гуано также содержит примерно в тридцать раз больше азота, чем большинство органических удобрений.

Открытие удобряющих свойств гуано привело в XIX в. к настоящей «золотой лихорадке» на маленьких островах, состоявших почти целиком из этого вещества. Новая система работала успешно – пока не кончилось гуано. К тому моменту широко распространившееся применение химических удобре-

ний увело агротехнику прочь от почвосберегающих приемов и круговорота питательных веществ в сторону введения этих веществ извне.

Первое коммерческое удобрение, импортированное в США, ознаменовало новую эру в американском сельском хозяйстве. Это случилось, когда Джон Скиннер, издатель «American Farmer», в 1824 г. ввез в Балтимор два бочонка перуанского гуано. Через пару десятков лет начались регулярные его поставки в Нью-Йорк.

Наступил бум связанного с гуано бизнеса. К 50 гг. XIX в. Англия и США вместе импортировали миллион тонн в год. К 1870 г. с островов Чинча было вывезено «белого золота» на полтора миллиарда долларов.

Хотя консервативные сельскохозяйственные общества и насмехались над верой в то, что птичий помет поможет оживить почву, фермеры, испытавшие этот способ, были в восторге. С учетом стоимости данного продукта и трудностей с его приобретением неуклонное распространение гуано из Мэриленда в Виргинию и далее в обе Каролины свидетельствует о том, как оно влияло на урожаи. Широчайшее его признание отворило дверь перед химическими удобрениями, после чего навоз как средство сохранения плодородия почвы был забыт. Все это изменило основы сельского хозяйства, переместив акценты с восстановления питательного состава почвы на безвозвратную доставку питательных веществ адресату. С тех пор прошлое уже не возвращалось на фермы.

В конечном счете, залежи гуано на южноамериканских островах не были неиссякаемыми. Импорт из Перу достиг своего пика в 1856 г. Уже к 1870 г. все высококачественное гуано с островов Чинча закончилось. В 1881 г. Боливия (сегодня это единственная из стран, имеющих флот, лишенная выхода к морю) утратила свой кусок тихоокеанского побережья в ходе войны с Чили за доступ к островам, где добывалось гуано. Через несколько лет налоги на гуано уже шли на финансирование чилийского правительства. Как надежное средство резкого повышения урожайности гуано быстро становилось стратегическим ресурсом.

Правительство Перу держало свою монополию на это сырье под строгим контролем. Американские фермеры, недовольные повышением цен на гуано с островов Чинча, агитировали за то, чтобы покончить с монополией Перу. Президент Миллард Филлмор в 1850 г. убеждал Конгресс в том, что обеспечение разумных цен в торговле гуано – это обязанность правительства. Предприниматели лихорадочно изучали документы китобойных промыслов в надежде заново открыть не принадлежащие никому острова, где есть гуано и где его можно добывать бесплатно. После того, как в 1856 г. президент Франклин Пирс подписал Закон о гуановых островах, предоставлявший любому гражданину США законную возможность заявлять свои права собственности на любой не занятый никем остров с залежами гуано, несколько десятков мелких тропических островов стали первыми заокеанскими владениями США. Вымостив путь к грядущим глобальным кампаниям, эти микроскопические территории помогли становлению современной агрохимической индустрии.

Переживавшие индустриализацию европейские государства, испытывая дефицит фосфатных ресурсов, ринулись захватывать гуановые острова. Германия в 1888 г. аннексировала богатый фосфатами остров Науру, но потеряла его после Первой мировой войны, когда Лига наций отдала остров под управление Британии. В 1901 г. Британия захватила остров Банаба (Ошен) – нагромождение фосфатов площадью восемь с половиной квадратных миль. Принадлежащая Британии «Pacific Islands Company» решила продавать гуано в Австралию и Новую Зеландию, где не было дешевых фосфатов. За ежегодный взнос в 50 фунтов компания выкупила у местного начальника с сомнительными полномочиями права на добычу гуано по всей территории острова. Слишком прибыльная, чтобы обращать внимание на такие формальности, торговля фосфатами острова Банаба к 1905 г. достигла ста тысяч тонн в год.

После Первой мировой войны Британская фосфатная комиссия выкупила «Pacific Islands Company» и увеличила добычу фосфатов на Науру в шесть раз. В ответ на протесты острови-

тян, недовольных тем, что ликвидация растительности и почвы губила остров, британское правительство конфисковало все оставшиеся земли, пригодные для добычи. Вскоре после этого глубинные разработки охватили полностью всю территорию острова. В результате миллион тонн фосфатов ежегодно отправлялся на фермы Содружества. В 1968 г. остров Науру получил независимость, однако залежи фосфатов сейчас почти исчезли, а правительство практически обанкротилось. Бывший райский уголок с пышной растительностью – самая маленькая островная республика в мире – превратился в полностью выработанный прииск. Горстка оставшихся там островитян живут на побережье, окаймляющем бесплодный лунный пейзаж внутренней части разоренного острова.

Не лучше обстоят дела и на острове Банаба. Фосфатные залежи иссякли к 1980 г., и местные жители вынуждены владеть жалкое существование на земле, которую сделали непригодной для проживания, чтобы повысить плодородие заокеанских полей. Сегодня остров специализируется в качестве свободной от налогообложения территории.

Накануне Гражданской войны крупные месторождения фосфатов были открыты в Южной Каролине. Через два десятилетия в этом штате добывали более трети миллиона тонн фосфатов в год. Южные фермеры начали смешивать немецкий поташ с фосфорной кислотой и аммиаком для получения азотно-фосфорно-калийных удобрений, чтобы вернуть к жизни почвы Хлопкового пояса.

Освобождение рабов подстегнуло стремительный рост использования удобрений, так как владельцы плантаций не имели иной возможности возделывать свои истощенные земли с привлечением наемного труда. Они также не могли позволить себя оставить в покое обогатившиеся налогом обширные земельные наделы. Поэтому большинство плантаторов отдавало землю в аренду получившим свободу рабам или бедным фермерам за долю урожая или за фиксированную арендную плату. На новых фермеров–арендаторов Юга постоянно давила необходимость выжимать из своих наделов все, что только возможно.

Торговцы видели в фермерах–арендаторах, пытавшихся обрабатывать старые поля, раз и навсегда завоеванный рынок сбыта новых коммерческих удобрений. Арендаторы были слишком бедны, чтобы иметь скот, однако без навоза их поля не могли принести больших урожаев. Когда торговцы начали давать мелким фермерам в долг припасы, без которых было трудно выжить от посева до сбора урожая, опыт быстро показал, что выплатить задолженность по краткосрочной ссуде с высоким процентом невозможно без активного использования коммерческих удобрений. Хорошо еще, что их можно было купить оптом у тех же торговцев, которые в первую голову и предоставляли эти ссуды.

Перед самым началом Гражданской войны новый главный геолог штата Миссисипи Юджин Хилгард провел пять лет в разъездах по территории штата, проводя инвентаризацию природных ресурсов. Его «Отчет о геологии и сельском хозяйстве штата Миссисипи» 1860 г. дал начало современному научному почвоведению, постулируя, что почва – это не просто остатки грязи, состоящие из каменного крошева, но нечто самостоятельное со своим происхождением, своей историей и неразрывной связью с окружающей средой.

Занимаясь поиском целинных земель, Хилгард вскоре убедился, что разные почвы характеризовались различной толщиной, которая соответствовала глубине корневой системы растений. Он описал, каким образом изменяются свойства почвы по мере удаления от поверхности, особо выделив верхний слой и подпочву (их ученые–почвоведы сегодня называют горизонтами *A* и *B*) как носителей особых свойств. Самой радикальной идеей Хилгарда была его концепция почвы как динамического тела, которое трансформируется и поддерживается за счет взаимодействия химических и биологических процессов.

Будучи по образованию как геологом, так и химиком, Хилгард утверждал, что секрет плодородия почвы заключен в ее питательных веществах. «Никакая земля не сможет постоянно сохранять плодородие, если мы не будем регулярно возвращать в нее те минеральные ингредиенты, которые за-

брали наши сельскохозяйственные культуры»². Хилгард восхищался принятой в Азии практикой возвращения отходов человеческой жизнедеятельности на поля для поддержания плодородия почвы путем воспроизводства ее питательных веществ. Они считал, что в Америке канализационные трубы выбрасывают в океан плодородие земли. Отказываясь участвовать в этом расточительстве, он лично удобрял свой собственный сад на заднем дворе.

В своей речи на открытии Сельскохозяйственно-технической ярмарки в Миссисипи в ноябре 1872 г. Хилгард рассказывал о том, как истощение почвы определяло судьбы империй. «В сельскохозяйственном сообществе фундаментальный залог неуклонного процветания состоит в том... что необходимо сберечь плодородие почвы... Результат истощения почвы – не что иное, как депопуляция; жители ищут в эмиграции или в завоеваниях средства к существованию и комфорт, в чем им отказывает стерильная почва родины». Хилгард предупреждал, что расточительная эксплуатация почвы приведет Америку к тому же концу, что и Римскую империю.

Стоит вооружиться лучшими инструментами для вспашки, и понадобится совсем мало времени, чтобы «утомить» почву, впервые подвергнувшуюся обработке... Если мы не найдем более разумные способы использования нашего наследия, то племена чикасо и чокто будут иметь полное право подвергнуть сомнению моральную сторону того акта, согласно которому их прекрасные охотничьи угодья, похожие на парк, были отданы другой расе, под тем предлогом, что эта раса не использует их в соответствии с замыслом Творца... Их система позволила бы этим землям существовать вечно; наша система, учитывая, как ее применяли до сих пор, меньше чем за сотню лет ввергнет наш штат в то плачевное состояние, в каком находится римская Кампания³.

Хилгард увлек аудиторию своей убежденностью и убедительностью аргументов – до тех пор, пока не объяснил, что

поддержание плодородия земли требует применения мергеля на кислых полевых почвах и ежегодного разбрасывания навоза. Все это выгядело так, что цель не стоила тех усилий, которые нужно было приложить.

Хилгард справедливо отвергал популярную идею о том, что источник плодородия почвы кроется в органических соединениях, входящих в ее состав. Отвергая также европейскую доктрину, заключавшуюся в том, что плодородие почвы определяется ее текстурой и способностью впитывать воду, он полагал, что глины удерживают питательные вещества, необходимые для развития растений, и был убежден, что вера в химические удобрения губительна, ибо ведет к истощению почвы.

Хилгард признавал, что определенные растения раскрывают природу подстилающего почвенного пласта. Дикая яблоня, слива черная, тополь трехгранный хорошо развивались на почвах, богатых кальцием. Соснам же требовались бедные кальцием почвы. Когда федеральное правительство наняло его для оценки эффективности хлопководства в рамках переписи 1880 г., он выпустил целый двухтомник, в котором разделил региональные почвенные ресурсы на конкретные категории, основываясь на их физических и химических различиях. Хилгард подчеркивал, что прежде чем судить о сельскохозяйственном потенциале почвы, нужно понять ее физическую природу, определить толщину ее слоя и глубину залегания источника влаги. По его мнению, плодородие почвы регулировалось фосфором и калием в минералах, а также азотом в ее органическом составе. В отчете Хилгарда по итогам переписи отмечалось, что активнейшее использование удобрений начинает возрождать сельское хозяйство на территории обеих Каролин.

Он также поведал о том, как фермеры холмистых сельских районов Миссисипи шли пахать землю в низины, где собиралась грязь с холмов по мере того, как хлопковые плантации лишались пахотного слоя. Глубокие овраги окружали опустевшие особняки посреди заброшенных полей, покрывавших склоны возвышенностей. По мнению Хилгарда, непрерывное сельскохозяйственное производство нуждается в мелких семей-

ных хозяйствах, а не в огромных коммерческих плантациях или фермерах–арендаторах, стремившихся максимально увеличить свою ежегодную прибыль.

Намереваясь изучить почвы Дальнего Юга США, преодолевший сорокалетний рубеж Хилгард переехал в Беркли, приняв предложение стать профессором нового Калифорнийского университета. Он прибыл как раз тогда, когда калифорнийцы начали освобождаться от бремени «золотой лихорадки» и проявлять интерес к освоению солончаков Калифорнийской долины – соленых почв, не имеющих аналогов на Востоке. Газеты полнились информацией о посевах, которые таинственным образом увядали на корню или давали очень низкие урожаи.

Площадь солончаковых почв возрастала по мере того, как ирригация распространялась по территории «Золотого штата». Каждое только что орошенное поле поднимало уровень грунтовых вод чуть выше. Каждое лето испарения поднимали в верхний почвенный слой все больше соли. Хилгард понял, что по глинистым грунтам, как по фитилю лампы, соль проникает ближе к поверхности. Благодаря лучшему дренажу песчаные почвы были менее подвержены солеобразованию. Хилгард также сознавал, что солончаки способны стать прекрасными сельскохозяйственными почвами – если только удастся избавиться от соли.

Хилгард противостоял популярной в те времена идее о том, что солончаковые почвы формировались в результате испарений морской воды после Ноева потопа. Концепция древнего потопа просто не принимала во внимание состав воды: земля была наполнена совсем другими веществами. Почвы Калифорнии изобиловали сульфатом натрия и карбонатом натрия, в то время как морскую воду обогащал хлорид натрия. Соли в почве выветривались из скальной породы, растворялись в почвенной воде, а затем вновь осаждались там, где вода испарялась. Хилгард рассуждал, что в более засушливых местах почва должна быть более соленой, так как дождевая влага впитывается в землю и испаряется в почву. Поэтому так же, как усилившиеся

ливни выщелачивают грунт, периодическое подтопление могло бы вымывать соли из почвы.

Работая с фермерами, стремившимися улучшить свои земли, Хилгард также рекомендовал применять мульчирование для выпаривания почвенной влаги. Пытаясь мелиорировать щелочные почвы, он экспериментировал с гипсом. В канун нового 1893 года газета «San Francisco Examiner» торжественно объявила об осуществленном Хилгардом успешном превращении «щелочных равнин в колосящиеся нивы». Позже, 13 августа того же года, «Weekly Colusa Sun» пошла еще дальше, оценив итоги работы Хилгарда суммой, равной «стоимости всего университета».

Если деятельность Хилгарда в Миссисипи продемонстрировала значение геологии, топографии и растительности для развития почвы, его работа в Калифорнии подчеркивала важность климатического фактора. В 1892 г. Хилгард опубликовал программный доклад, в котором синтезировал данные по всей стране, чтобы объяснить природу почвообразования. Он растолковал, почему богатые карбонатом кальция почвы, столь типичные для Запада, редко встречаются на Востоке и как повышенная температура и влажность в тропиках выщелачивают питательные вещества, оставляя абсолютно бесплодную грязь. В докладе Хилгарда содержалась основополагающая идея о том, что физические и химические характеристики почв отражают взаимодействие климата региона и его растительности в процессе разрушения подстилающих пород. Почвы представляют собой динамический интерфейс – буквально, кожный покров планеты Земля.

До выкладок Хилгарда в почвоведении доминировали концепции, в основе которых лежали влажные климатические условия Европы и востока США. Считалось, что разница между типами почв просто отражает различия в структуре смеси тех составляющих, на которые распадаются разные породы. Показав, что климат так же важен, как и геология, Хилгард обосновал, что почва сама по себе заслуживает изучения. Он также отстаивал идею, что азот является ключевым лимитирующим

питательным веществом в почвах, основываясь на своих наблюдениях за изменениями процентного отношения углерода к азоту, и считал, что растениеводство в целом существенно выиграет благодаря азотным удобрениям.

Сегодня Хилгард признан как один из отцов–основателей почвоведения, однако его идеи, касающиеся почвообразования и дефицита азота, игнорировались в аграрных колледжах на востоке страны. Например, Милтон Уитни, профессор из Южной Каролины, отстаивал точку зрения, что плодородие почвы определяется только почвенной влагой и структурой, полагая, что химия почв вообще не играет реальной роли, так как любая почва содержит больше питательных веществ, чем это требуется сельскохозяйственным культурам. Все, что имеет значение – это смесь ила, песка и глины. С позиций основной химии точка зрения Уитни имела право на существование. Тем не менее, Хилгарду было известно, что не все содержимое почвы доступно для растений.

В 1901 г. Уитни был назначен начальником Бюро почв при Министерстве сельского хозяйства США. Новое бюро инициировало всеобъемлющее обследование национальных почвенных и земельных ресурсов, публиковало подробные карты почвенной съемки для нужд фермеров и всячески утверждало веру в почвенные ресурсы нации, полагая, что любые почвы содержат достаточно неорганических элементов, чтобы вырастить любую культуру. «Почва – единственный неразрушимый и непреложный капитал, которым владеет наша нация. Это единственный ресурс, который невозможно израсходовать; он неистощим»⁴. В негодовании стареющий Хилгард жаловался на отсутствие геологических и химических данных в исследованиях нового бюро.

За несколько лет до этого, в 1903 г., Уитни опубликовал бюллетень МСХ США, в котором утверждал, что во всех почвах содержатся поразительно схожие питательные растворы, насыщенные относительно нерастворимыми минеральными веществами. По мнению Уитни, плодородие почвы зависит только от методов возделывания сельхозкультур продоволь-

ственного назначения, а вовсе не от природной способности почвы обеспечивать развитие растений. Плодородие почвы, по его мнению, практически безгранично. Разгневанный Хилгард посвятил оставшиеся годы жизни борьбе с укреплением политически ангажированного авторитета Уитни.

За год до опубликования этого спорного бюллетеня Уитни принял Франклина Кинга на пост главы нового Отдела управления почвенными ресурсами. Выпускник Корнельского университета, Кинг в 1888 г. в сорокалетнем возрасте получил назначение в Висконсинский университет, став первым в стране профессором агрофизики. Получив признание как отец физики почв в США, Кинг также изучал и плодородие почвы.

Пребывание Кинга в Вашингтоне было непродолжительным. На новой должности он исследовал взаимосвязи между валовым химическим составом почв, уровнями питающих растения веществ в почвенных растворах и урожайностью сельхозкультур. Он обнаружил, что содержание питательных веществ в почвенных растворах отличалось от показателей, полученных в результате общего химического анализа проб почвы, однако коррелировало с урожайностью – что противоречило данным, опубликованным его новым шефом. Отказавшись признать полученные Кингом результаты, Уитни вынудил его уйти из бюро и вернуться в мир университетской науки, откуда ему было бы сложнее мутить воду.

Пока Хилгард и Уитни воевали друг с другом на страницах академических изданий, возникла новая концепция, рассматривающая почвы как экологические системы, находящиеся под геологическим, химическим, метеорологическим и биологическим влиянием. В частности, осознание того, что азотфиксация имеет биологическую основу, помогло заложить фундамент современной концепции почвы как пограничного явления между геологией и биологией. Через столетие после открытия азота, фосфора и калия эти элементы были признаны ключевыми для тех, кто занимается сельским хозяйством. Проблема была в том, как получить их в достаточном количестве.

Даже несмотря на то, что азот является главной составляющей нашей атмосферы, растения не могут использовать его в связанном виде как стабильный газ N_2 . Чтобы усваиваться организмами, инертная двухатомная молекула азота должна сначала быть расщеплена, а ее половинки соединены с кислородом, углеродом или водородом. Единственные живые организмы, которые на это способны – это около ста родов бактерий, из которых наиболее важны те, которые ассоциированы с корнями бобовых растений. Если большинство сельскохозяйственных культур истощают запасы азота в почве, то корневые клубеньки клевера, люцерны, гороха и фасоли содержат бактерии, которые образуют органические соединения с участием атмосферного азота. Этот процесс для нас настолько же существенен, как и для растений, поскольку наш рацион должен включать десять уже готовых аминокислот, которые мы сами соединить не в состоянии. Поддержание высокого уровня содержания азота в почвах сельскохозяйственного назначения требует севооборота культур, поглощающих азот, с культурами, пополняющими его запасы – либо постоянного внесения азотных удобрений.

Фосфор далеко не так распространен в природе, как азот, но он тоже очень важен для развития растений. В отличие от калия, который составляет в среднем 2,5% земной коры и встречается в горных породах почти повсеместно в формах, которые можно сразу же использовать в качестве природного удобрения, фосфор является второстепенным компонентом в составе породообразующих минералов. Во многих типах почв его недоступность лимитирует развитие растений, поэтому удобрения на основе фосфора значительно повышают продуктивность сельхозкультур. Единственные природные источники фосфора, кроме продуктов разрушения скальных пород – это довольно редко встречающиеся залежи гуано или более распространенные, но менее концентрированные фосфорно-кальциевые породы. К 1908 г. США были крупнейшим из отдельно взятых стран поставщиком фосфатов в мире, добывая более двух с половиной миллионов тонн на своих место-

рождениях в Южной Каролине, Флориде и Теннесси. Почти половина добытых в США фосфатов уходили на экспорт, причем большая часть – в Европу.

К началу Первой мировой войны в американских почвах наблюдалось серьезное снижение содержания фосфора.

На обширных пространствах Юга и Востока проблема дефицита фосфора стоит настолько остро, что нет практически никаких попыток вырастить урожай без использования фосфатных соединений в качестве удобрений... В землях на западе штата Нью-Йорк и в Огайо, считавшихся еще пять–шесть десятков лет тому назад самыми плодородными в стране, запасы этого элемента очень сильно истощены; туда непрерывно завозят фосфатные удобрения⁵.

Сделанные в начале XX в. расчеты количества фосфора, утраченного в ходе обычной сельскохозяйственной деятельности, говорят о том, что еще одно столетие непрерывной обработки земель истощит его природные запасы в почвах Среднего Запада. По мере того как фосфаты становились стратегическим ресурсом, в Вашингтоне начали циркулировать призывы к национализации месторождений фосфатов и наложению запрета на их экспорт.

12 марта 1901 г. Промышленная комиссия США пригласила шефа Бюро почв Милтона Уитни выступить с докладом о заброшенных сельскохозяйственных угодьях в Новой Англии и на Юге. Уитни связал покинутые фермерские хозяйства Новой Англии с падающими ценами на продукцию растениеводства, которая потоком шла со Среднего Запада по новым национальным железным дорогам. По его мнению, фермеры Новой Англии просто не могли конкурировать с дешевой пшеницей и скотом с Запада.

Уитни заявил комиссии, что фермы были заброшены из-за того, что на них выращивали культуры, плохо адаптированные к почвенно-климатическим условиям региона. Он рассказал о том, как фермерские хозяйства, основанные за два десятиле-

тия до того в полувзасушливых районах Канзаса, Небраски и Колорадо, в течение нескольких лет испытывали небывалый подъем, а затем пришли в упадок после череды засушливых сезонов. Уитни был уверен, что это повторится вновь с учетом непредсказуемого количества атмосферных осадков в регионе.

Кроме того Уитни считал, что на продуктивность ферм влияли социальные условия. Лучшие сельскохозяйственные земли на юге Мэриленда продавали по цене примерно десять долларов за акр. Такая же земля в округе Ланкастер в Пенсильвании продавалась более чем в десять раз дороже. Так как Уитни считал, что все почвы способны обеспечить одинаковую продуктивность, для объяснения разницы в ценах на землю он привлек социальные факторы. Пенсильванские фермеры были владельцами своих хозяйств и выращивали широкий ассортимент культур, в том числе и большую часть того, чем питались сами. Излишки они продавали на местных рынках. На фермах Мэриленда, напротив, наемные бригады или фермеры–арендаторы занимались возделыванием табака, пшеницы и кукурузы для сбыта на удаленных рынках. По мнению Уитни, именно ориентированные на экспорт монокультуры товарного назначения и несут ответственность за обнищание Мэриленда, Виргинии и южных штатов в целом.

Уитни видел, что удобрения способны резко повысить урожай. Он считал, что природное плодородие поддерживается за счет выветривания скальных пород, ибо это формирует почву. Удобрения же обеспечивают дополнительную продуктивность. «Бесспорно, мы можем заставить плодородие подняться намного выше природного уровня и выйти далеко за пределы привычных границ урожайности... В этом плане внесение удобрений означает просто добавление в почву пищи для растений в такой форме, в какой культуры смогут немедленно ее использовать»⁶. Уитни полагал, что удобрения ускоряют разрушение минералов в почве, тем самым повышая ее продуктивность. Подпитка удобрениями поможет всей системе работать быстрее.

В сущности, Уитни представлял почву как некую машину, которую требовалась отладить, чтобы она обеспечила высокие урожаи. Он считал, что деструктивная привычка американских фермеров игнорировать конкретный тип почвы у себя на полях отражал тот факт, что они не задерживались на своей земле слишком долго. В 1910 г. более половины американских фермеров работали на своей земле менее пяти лет, то есть не настолько долго, чтобы досконально изучить характеристики собственного грунта.

Здесь-то и могли бы помочь почвоведы. «Ученый—почвовед имеет такое же отношение к партнерству человека и почвы, как... химик к сталелитейному или красильному производству». Уитни рассматривал почву буквально как растениеводческую фабрику. «Каждый тип почвы представляет собой определенную организованную структуру – фабрику, машину – внутри которой детали должны быть хорошо пригнаны друг к другу, чтобы обеспечивать эффективную работу»⁷. Тем не менее, его не впечатляло то, как американские фермеры управляют земляными фабриками нации. С точки зрения Уитни, будущее Америки определяют новые технологии и более интенсивное использование агрохимии. Шеф Бюро почв и представить себе не мог, что эта идея станет британской, а претворят ее в жизнь с помощью германской технологии.

В 1898 г. президент Британской ассоциации сэръ Уильям Крукс в своем выступлении на очередном годовом собрании своей ассоциации решил сосредоточиться на том, что он называл проблемой пшеницы, – то есть на вопросе, как накормить мир. Крукс предвидел необходимость радикальной реструктуризации производства удобрений, потому что общество не могло бесконечно разрабатывать залежи гуано и фосфатов. Он сознавал, что повышение урожайности пшеницы потребует внесения больших объемов удобрений и что азот является ключевым лимитирующим питательным веществом. Очевидное долгосрочное решение заключалось в использовании фактически неограниченного запаса азота в атмосфере. Чтобы накормить растущее население планеты в новом веке,

понадобится найти способ эффективного преобразования атмосферного азота в такую форму, которую могли бы усваивать растения. Крукс верил, что наука найдет ответ на вопрос, как обойтись без бобовых. «Англии и всем цивилизованным нациям грозит смертельная опасность остаться практически без продовольствия... Наша благоприятная для выращивания пшеницы почва совершенно не выдерживает того напряжения, к которому ее принуждают... Именно химик должен прийти на выручку... Именно в лаборатории угроза голода может в конечном итоге преобразиться в изобилие»⁸. По иронии судьбы, решение проблемы азота не победило голод. Вместо этого численность населения выросла настолько, что сегодня на земле голодных людей проживает больше, чем когда бы то ни было в прошлом.

Нитраты, помимо того что являются природными удобрениями, играют важнейшую роль в изготовлении взрывчатых веществ. К началу XX в. промышленно развитые страны все больше и больше зависели от нитратов, питавших как их население, так и вооружение. Особенно настойчивыми в поисках надежных источников нитратов были Британия и Германия. Обе страны не располагали большими площадями неосвоенной земли, пригодной для обработки, и уже импортировали зерно большими партиями, несмотря на сравнительно высокие урожаи с собственных полей.

Уязвимая перед лицом морских блокад, способных прервать поставки нитратов, Германия предпринимала серьезные усилия в направлении разработки новых методов фиксации атмосферного азота. Посвятив годы попыткам синтезировать аммиак, 2 июля 1909 г. Фриц Габер в своей лаборатории в Карлсруэ преуспел в поддержании процесса производства жидкого аммиака в течение пяти часов. Итак, вызов Крукса был принят всего через десять с небольшим лет. Прошло чуть меньше столетия, и половина всего азота, имеющегося в распоряжении населения земли, своим существованием обязана процессу, первооткрывателем которого стал Габер.

Карл Бош, работавший химиком в компании «Badische Anilin- und Sodafabrik» (BASF), с удивительной быстротой перевел экспериментальный процесс Габера, известный сейчас как процесс Габера–Боша, на коммерческие рельсы. Опытный завод работал уже через год, строительство первого промышленного завода началось в 1912 г., а промышленный аммиак впервые хлынул на рынок в сентябре следующего года. К началу Первой мировой войны завод поглощал двадцать метрических тонн атмосферного азота в день.

Как и опасалось германское верховное командование, британская военно-морская блокада перекрыла поставки чилийских нитратов в Германию в первые же дни войны. Вскоре стало ясно, что беспрецедентные объемы взрывчатки, использовавшиеся в новомодной «окопной» войне, опустошат германские арсеналы меньше чем за год. Блокада также отрезала (BASF) от ее сырьевых рынков и источников дохода. В течение нескольких месяцев после начала военных действий новый аммиачный завод компании был переоборудован: теперь он выпускал не удобрения, а нитраты для германских заводов, производящих боеприпасы. К концу войны вся продукция (BASF) полностью использовалась для военных нужд, а компания совместно с германским военным министерством строила крупный завод глубоко в тылу страны, на безопасном расстоянии от французских авианалетов. В конце концов, однако, вооруженные силы Германии остались не столько без боеприпасов, сколько без продовольствия.

После войны и другие страны переняли у Германии этот поразительный новый способ производства нитратов. Союзники по Антанте незамедлительно оценили стратегическое значение процесса Габера–Боша: Версальский договор заставил (BASF) выдать лицензию на строительство аммиачного завода во Франции. В США Закон о национальной обороне санкционировал перекрытие дамбой течения реки Теннесси в местечке Масл-Шолс, чтобы вырабатывать дешевую электроэнергию для производства синтетического азота на заводах, которые могли выпускать как удобрения, так и боеприпасы в зависимости от того, на что был больший спрос.

В 20-е гг. немецкие химики модифицировали процесс Габера–Боша под использование метана в качестве исходного материала для производства аммиака. Так как у Германии не было месторождений природного газа, этот более эффективный процесс не был переведен на коммерческую основу до 1929 г., когда «Shell Chemical Company» ввела в эксплуатацию завод в Питсбурге, Калифорния, где дешевый природный газ перерабатывался в дешевое удобрение. Технология превращения синтез-газа для производства аммиака в основное средство фиксации атмосферного азота появилась как раз вовремя – в период Великой депрессии промышленность переживала застой.

Строительство аммиачных заводов вновь не на шутку развернулось в преддверии Второй мировой войны. Дамбы корпорации «Tennessee Valley Authority» (TVA) обеспечивали идеальные площадки для дополнительных аммиачных заводов, которые строились ради производства взрывчатых веществ. Когда Япония бомбила Пёрл-Харбор, работал один завод; к моменту взятия Берлина работали уже десять.

После войны правительства многих стран мира искали и стимулировали рынки сбыта аммиака, выпущенного внезапно ставшими ненужными фабриками по производству боеприпасов. Использование удобрений в контролировавшемся (TVA) регионе резко возросло благодаря крупным поставкам дешевых нитратов. Производство удобрений в Америке широко развернулось в 50-е гг. XX в., когда новые заводы, перерабатывавшие природный газ в Техасе, Луизиане и Оклахоме, были подсоединены к трубопроводам, по которым жидкий аммиак погнали на север к кукурузному поясу. Разрушенные бомбежками европейские заводы были восстановлены и переоборудованы для производства удобрений. Экспансия русского аммиачного производства базировалась на азиатских и сибирских природных газовых месторождениях. Глобальное производство аммиака выросло более чем в два раза в 60-е гг. и еще раз удвоилось в 70-е. К 1998 г. мировая химическая промышленность выпускала более 150 млн. тонн аммиака в год; процесс Габера–Боша обеспечивал более 99% производства. Природный газ и сей-

час остается основным сырьем для примерно 80% глобального производства аммиака.

Во второй половине XX в. объемы сельскохозяйственной продукции промышленно развитых стран практически удвоились. Во многом такой скачок производительности был обусловлен возрастающей зависимостью от промышленных удобрений. В мировом масштабе использование азотных удобрений увеличилось в три раза в период между Второй мировой и 60-ми гг. XX в., утроилось еще раз к 1970 г. и снова удвоилось к 1980 г. Неограниченная доступность дешевого азота привела к тому, что фермеры забыли о традиционном севообороте и периодическом оставлении земли под паром, переключившись на непрерывное возделывание пропашных культур. В период с 1961 по 2000 г. наблюдалась почти прямолинейная корреляция между использованием удобрений в мире и глобальным производством зерна.

По мере того как индустриальная агрохимия наращивала урожаи, продуктивность почв перестала быть связанной с состоянием земли. Переход к широкомасштабному монокультурному сельскому хозяйству и растущая зависимость от удобрений отдалили животноводство от растениеводства. При наличии удобрений поддерживать плодородие почв уже можно было и без навоза.

Увеличение спроса на азотные удобрения во многом связано с введением в производство новых высокоурожайных сортов пшеницы и риса, выведенных для того, чтобы накормить растущее народонаселение планеты. В 1970 г. Норман Борлоуг, новаторские работы которого в период зеленой революции привели к появлению высокоурожайных форм риса, в своей речи на церемонии вручения ему Нобелевской премии мира отметил, что столь значительный рост объемов растениеводческой продукции произошел благодаря производству синтетических удобрений. «Если высокоурожайные карликовые сорта пшеницы и риса стали тем катализатором, который породил зеленую революцию, то химические удобрения представляют собой топливо, приведшее ее в поступательное движение»⁹. В

1950 г. богатые промышленно развитые страны потребляли более 90% азотных удобрений; к концу века на долю бедных развивающихся стран приходилось уже 66%.

В развивающихся странах отведение колониальными властями лучших земель под экспортные культуры означало, что для пропитания растущего населения требовалось все более интенсивное освоение маргинальных земель. Новые высокоурожайные культурные сорта резко подняли урожаи пшеницы и риса в 60-е гг., однако высокие урожаи нуждались в увеличении объемов вносимых удобрений и пестицидов. В период между 1961 и 1984 г. использование удобрений в развивающихся странах выросло более чем в десять раз. Зажиточные фермеры процветали, в то время как многие крестьяне не могли позволить себе участвовать в зеленой революции.

Эта революция не только привела к созданию доходного глобального рынка химикатов, в зависимость к которому попало современное агропроизводство, но и фактически породила такую ситуацию, когда страна, попавшая в такую зависимость, уже реально не могла поменять курс. Психологи, имеющие дело с людьми, называют подобное явление аддикцией.

Тем не менее, урожаи зеленой революции уже составляют более трех четвертей всего риса, выращиваемого в Азии. Почти половина фермеров третьего мира используют семенной фонд зеленой революции, удвоивший выход зерна на единицу азотного удобрения. В сочетании с расширением обрабатываемых площадей зеленая революция к середине 70-х гг. увеличила объем сельскохозяйственного производства третьего мира более чем на треть. Следует еще раз пояснить, что возросшие урожаи сельхозкультур не решили проблему голода, потому что численность населения продолжала увеличиваться – на этот раз достигнув такого уровня, что природное плодородие почвы уже не могло всех прокормить.

В период между 50-ми и началом 70-х гг. XX в. объемы мирового производства зерна почти удвоились, однако производство зерновых на душу населения выросло всего на треть. Когда в Африке объемы производимого зерна на душу населе-

ния снизились более чем на 10%, замедлился и рост доходов. К началу 80-х гг. рост населения поглотил излишки зерна, полученные в результате расширения сельскохозяйственного производства. В 1980 г. запасы зерна в мире снизились настолько, что их могло хватить всего на сорок дней. Не имея в своем распоряжении и годового запаса зерна, мир продолжает жить от урожая к урожаю. В развивающихся странах современные торгово-распределительные продуктовые сети в каждый конкретный момент времени имеют на складах запасы продовольствия немногим более чем на несколько дней.

С 1970 по 1990 г. общая численность голодающих упала на 16%. Заслугу в этом достижении, как правило, приписывают зеленой революции. Однако самое заметное падение этого показателя произошло в коммунистическом Китае, куда зеленая революция так и не пришла. Число голодающих китайцев сократилось более чем на 50% – с 400 млн. до уровня ниже 200 млн. А если не учитывать Китай, то число голодающих в мире выросло более чем на 10%. Эффективность перераспределения земли в борьбе китайской революции с голодом показывает, какое значение в этой борьбе имели экономические и культурные факторы. Как бы мы ни относились к мальтузианству, рост народонаселения остается критической проблемой – за пределами Китая увеличение численности населения более чем полностью компенсировало впечатляющий скачок в объемах сельскохозяйственного производства в период зеленой революции.

Еще одна важнейшая причина того, почему зеленая революция не смогла покончить с голодом, заключается в том, что возросшие урожаи сельхозкультур зависели от интенсивности использования удобрений, которые были не по карману беднейшим земледельцам. Увеличившиеся урожаи могут быть более выгодны фермерам, у которых есть средства на новые технологии, однако только в том случае, если цены на продукцию покрывают возрастающие расходы на удобрения, пестициды и технику. В странах третьего мира стоимость затрат на удобрения и пестициды росла быстрее,

чем стимулированные зеленой революцией урожаи. Если бедняки не могут позволить себе покупать продукты питания, высокие урожаи их не накормят.

Еще тревожнее то, что новые семена зеленой революции усугубили зависимость от удобрений и нефти. В Индии сельскохозяйственное производство в расчете на тонну удобрений упало на две трети, в то время как использование удобрений выросло в шесть раз. В западной части острова Ява в 80-е гг. взлет стоимости затрат на удобрения и пестициды на две трети поглотил прибыль от итогового увеличения урожая сельскохозяйств на одну четверть. По Азии объемы используемых удобрений росли в три, а то и в сорок раз быстрее, чем урожай риса. Считается, что начиная с 80-х гг. снижение урожаев сельскохозяйств в Азии является следствием деградации почв из-за интенсивного орошения и использования удобрений.

Без дешевых удобрений – а их наличие обычно обеспечивается за счет дешевой нефти – поддерживать высокую продуктивность невозможно. Из-за непрерывного роста цен на нефть в нынешнем веке этот цикл может застопориться и привести к разрушительным последствиям. За прошедшие два десятилетия мы бросили в топку более триллиона баррелей нефти. Это восемьдесят миллионов баррелей в день – достаточно, чтобы вымостить ими путь до луны и обратно две тысячи раз. Нефтедобыча требует особой последовательности геологических явлений на протяжении немислимого периода времени. Во-первых, богатые органикой осадочные породы должны уходить в землю быстрее, чем смогут разложиться. Затем им нужно проникнуть вниз в земную кору на многие мили, чтобы там медленно вариться. Если они залягут слишком глубоко или пройдут термическую обработку слишком быстро, органические молекулы сторят; при слишком поверхностном залегании и недолгом термическом воздействии органика никогда не превратится в нефть. Наконец, непроницаемый пласт должен герметично закрывать нефть в пористом слое пород, откуда ее можно добыть. Затем нужно будет ее обнаружить и извлечь из-под земли. Для создания одного барреля нефти требуются

миллионы лет; мы же тратим миллионы баррелей в день. В том что запасы нефти закончатся, сомнений нет никаких – единственный вопрос, когда.

По разным подсчетам, нефтедобыча достигнет пика в период между 2020 г., либо немного раньше, и 2040 г. Так как при таких подсчетах не учитываются сдерживающие моменты политической или экологической природы, некоторые эксперты считают, что пик мировой нефтедобычи уже достигнут. Действительно, мировой спрос только что впервые превысил мировое предложение. Точные сроки, когда запасы нефти иссякнут, зависят от развития политической ситуации на Ближнем Востоке, однако независимо от обстоятельств к концу века прогнозируется падение нефтедобычи до уровня менее 10% от нынешних объемов. В настоящее время сельское хозяйство потребляет 30% всей используемой нами нефти. По мере уменьшения запасов нефть и природный газ станут слишком дорогостоящими, чтобы тратить их на производство удобрений. Позже в пределах этого же столетия прекратит свое существование базирующееся на нефти промышленное агропроизводство.

Нет ничего удивительного в том, что аграрный бизнес видит в наращивании объемов пестицидов и удобрений единственный путь, следуя которому сельское хозяйство сможет обеспечить продовольствием малоимущих всего мира. Даже несмотря на то, что ежедневно почти миллиард людей голодает, нельзя решать эту проблему за счет агроиндустрии. В течение последних пяти тысячелетий способность земли прокормить население нивелировалась ростом численности этого населения. Простое наращивание объемов производства продовольствия до сих пор не сработало и вряд ли сработает, если население будет продолжать увеличиваться. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, фермеры уже выращивают достаточно, чтобы обеспечить каждому жителю планеты 3500 калорий в день. Производство продовольствия на душу населения начиная с 60-х гг. XX в. росло быстрее, чем население земного шара. Общемировая проблема голода оста-

ется острой из-за неодинакового доступа к продовольствию, что является скорее социальной проблемой, связанной с распределением и экономикой, чем следствием недостаточного потенциала сельского хозяйства.

Одна из причин распространения голода в мире состоит в том, что индустриализированное сельское хозяйство сгоняло с мест сельских жителей—земледельцев, вынуждая их пополнять ряды городских неимущих, которые не могли себе позволить нормальный рацион питания. Во многих странах на значительных площадях традиционных сельскохозяйственных угодий на смену натуральным крестьянским хозяйствам пришли плантации, где выращивали дорогостоящие культуры на экспорт. Не имея доступа к земле, которая служила бы источником пропитания, городская беднота слишком часто не имела денег на еду, даже несмотря на ее доступность.

По оценкам МСХ США, примерно половина удобрений, ежегодно потребляемых в США, просто замещает почвенные питательные вещества, утраченные из-за эрозии пахотного слоя. Это создает странную ситуацию, когда мы истребляем ископаемое топливо, один из самых редких и самых полезных ресурсов из всех когда-либо обнаруженных, чтобы обеспечить замену почве – самой дешевой и самой распространенной составляющей сельскохозяйственного процесса, какую только можно себе вообразить.

Традиционные севообороты с посевом злаковых трав, клевера или люцерны использовались для восстановления органических веществ, утраченных в процессе непрерывной эксплуатации почвы. В регионах с умеренным климатом половина всех органических веществ, как правило, исчезает из грунта после нескольких десятилетий пахоты. В тропических почвах такие потери могут произойти менее чем за один десяток лет. Напротив, опыты, которые велись в Ротамстеде с 1843 до 1975 г., показали, что на участках, которые более ста лет обрабатывались навозом со скотных дворов, содержание азота в почве почти утроилось, в то время как почти весь азот, привнесенный в виде химических удобрений, исчезал из почвы – он либо поглощался растениями, либо вымывался стоками.

Более близкое к нам по времени пятнадцатилетнее исследование урожайности посевов кукурузы и сои, проведенное Институтом Родейла в Катцтауне, Пенсильвания, не обнаружило существенного изменения урожайности в тех случаях, когда бобовые или навоз использовались вместо синтетических удобрений и пестицидов. Содержание углерода в почве на удобренных навозом участках и на тех, где в севооборот включали бобовые культуры, повысилось соответственно в три–пять раз по сравнению с обычными участками. Органическая и традиционная аграрные системы приносили одинаковую прибыль, но агропроизводство промышленного типа истощало почву. Древний прием включения в севооборот бобовых помог сохранить плодородие земли. Использование навоза фактически повысило ее плодородие.

На самом деле в этом нет никакой мистики. Большинство садоводов знают, что здоровая почва означает здоровые растения, которые, в свою очередь, помогают оздоравливать почву. Я наблюдал этот процесс на нашем собственном приусадебном участке, когда моя жена заливала его почвенным варевом, приготовленным в нашем гараже, и спитой кофейной гущей, экспроприированной с заднего двора соседней кофейни. Удивительно, но мы используем органические материалы, ввезенные из тропиков, где почвы прежде всего содержат слишком мало питательных веществ, как средство восстановления почвы на участке, который когда-то покрывал глубокий пласт лесного грунта. Сейчас, спустя пять лет после того, как начались эти наши опыты, почва у нас во дворе покрыта поверхностным слоем, насквозь пропитанным органическими веществами; она остается влажной спустя долгое время после дождей и кишит червями кофейного цвета.

Наши напичканные кофеином черви не оставались без дела с тех пор, как мы наняли парня с небольшим бульдозером, чтобы он взрыхлил дерн на истрепанной восьмидесятидвухлетней лужайке, которая досталась нам вместе с домом, и засеял двор смесью семян четырех разных растений: двух видов злаков и двух представителей разнотравья – один с мелкими

белыми цветками, другой с мелкими красными. Цветы замечательно украсили нашу старую лужайку, и нам больше не нужно ее поливать. Еще один плюс в том, что комбинация четырех растений, которые растут и зацветают в разное время, не дает простора для сорняков.

Нашу эколужайку можно рекламировать как пример минимального ухода, однако нам все же приходится ее подстригать. При этом мы просто срезаем траву и оставляем ее гнить там, где она упала. Через неделю все обрезки исчезают – в источенном червями грунте. Сегодня я могу выкопать ямку в газоне и обнаружить крупных жирных червяков там, где раньше не было ничего, кроме высохшей грязи. Всего через несколько лет грунт у границ лужайки выступает на целый дюйм над поверхностью патио, который был сооружен одновременно с засеиванием эколужайки. Черви взрыхляют почву на нашем дворе – пропахивают ее, перемешивают, закапывают в землю углерод, то есть превращают грязь в обогащенный почвогрунт. Переработка органических веществ буквально вернула наш участок к жизни. С поправкой на масштаб те же самые принципы могли бы действовать и на фермах.

Примерно в то же время, когда механизация изменила привычную систему сельского хозяйства, новое движение в поддержку органического земледелия начало объединяться во круг идей сэра Элберта Ховарда и Эдварда Фолкнера. Эти два джентльмена с очень разными биографиями пришли к одному и тому же выводу: сохранение органических веществ – это ключ к обеспечению высокоинтенсивного земледелия. Ховард разработал методику применения компоста в масштабе крупных сельскохозяйственных плантаций, а Фолкнер придумал способы посева без вспашки, призванные сохранить поверхностный пласт органической массы.

В самом конце 30-х гг. XX в. Ховард начал проповедовать преимущества сбережения органических веществ в почве как залог поддержания продуктивности сельского хозяйства. Он боялся, что возрастающая зависимость от минеральных удобрений вытеснит ориентированное на почвозащиту

земледелие и разрушит здоровье почвы. Опираясь на свой многолетний опыт работы на плантациях в Индии, Ховард пропагандировал внедрение в агропроизводство широко-масштабного компостирования с целью восстановления и поддержания плодородия почв.

По мнению Ховарда, земледелие должно подражать природе – верховному земледельцу. Природные системы являются собой образец сохранения почвы – первого условия любой перманентной агросистемы. «Мать–земля никогда не пытается ничего выращивать без скота; она всегда возделывает смешанные культуры; огромные усилия направляются на сохранение почвы и предотвращение эрозии; смесь отходов растительного и животного происхождения перерабатывается в перегной; бесполезного мусора не бывает; процессы развития и процессы разложения уравнивают друг друга»¹⁰. Постоянный круговорот органической массы в земле в сочетании с выветриванием подпочвы мог бы поддерживать плодородие почв. Сохранение гумуса – залог устойчивого земледелия.

Ховард считал почву экологической системой, в которой микробы обеспечивали живой мост между почвенным гумусом и живыми растениями. Поддержание гумуса необходимо для распада органических и минеральных субстанций, питающих растения; обитающие в почве микроорганизмы, разлагающие органику, не содержат хлорофилла и забирают энергию из гумуса. Почвенные органические вещества играют важнейшую роль в возвратной фазе жизненного цикла, когда распад организмов после их смерти питает развитие новой жизни.

В 20-е гг. XX в., работая в Институте растениеводства, находившемся в Индауре (Индия), Ховард разработал систему внедрения компостирования в агропроизводство на плантациях. Предложенный им процесс смешивал отходы растительного и животного происхождения для стимулирования развития микроорганизмов, которые он считал крошечными сельскохозяйственными животными, обогащающими почву за счет распада органической массы на составляющие элементы. Полевые испытания методов Ховарда в тропиках прошли чрезвычай-

но успешно. По мере того как распространялись слухи о его почвовосстанавливающих методиках и возросших урожаях, плантации в Индии, Африке и Центральной Америки начали внедрять у себя эту систему.

Ховард рассматривал интенсивное органическое земледелие как инструмент устранения последствий промышленного агропроизводства, губительных для почв всего мира. Он считал, что многие болезни растений и животных возникают в результате зависимости от искусственных удобрений, разрушающих комплексную биологию природных почв. Восстановление богатого органическими веществами верхнего слоя почвы путем интенсивного компостирования если и не отменит, то снизит нужду в пестицидах и удобрениях, одновременно укрепив иммунитет и устойчивость сельхозкультур.

После Второй мировой войны Ховард наблюдал, как военные заводы начали производить дешевые удобрения, которые, как утверждала реклама, содержали все, что нужно для самых разных культур. Его беспокоило, что признание удобрений в качестве основы стандартной агротехники подтолкнет крупные хозяйства к максимизации прибыли за счет здоровья почвы. «Восстановление и поддержание плодородия почвы стало общемировой проблемой... Медленное отравление живой почвы искусственными удобрениями – одно из самых разрушительных бедствий, обрушившихся на сельское хозяйство и на человечество»¹¹. Вторая мировая война похоронила идеи Ховарда. После окончания войны те компании, которые занимались снабжением вооруженных сил по всему миру, перевели свои мощности на рельсы производства удобрений, которые на тот момент стоили достаточно дешево, чтобы перекрыть кислород почвозащитному земледелию.

В разгар Второй мировой Эдвард Фолкнер опубликовал работу «Недомыслие пахаря», в которой утверждал, что вспашка, давным-давно считавшаяся основополагающим агротехническим приемом, контрпродуктивна. Поступив за несколько десятков лет до этого на курсы рационального использования почв и сельскохозяйственной техники в Университете Кентук-

ки, Фолкнер раздражал преподавателей вопросом, в чем смысл разрушения поверхности грунта для посева, когда логичнее было бы встраивать сельхозкультуры в образующий эту поверхность органический пласт, где растения прорастают в естественных условиях. Невзирая на привычные доводы в пользу вспашки – готовит грядки, примешивает в грунт растительные остатки, органические и неорганические удобрения, дает почве возможность подсохнуть и прогреться весной – его преподаватели робко признавали, что им неизвестны конкретные научно обоснованные причины того, что этот первый этап сельскохозяйственного процесса действительно необходим. После двадцати пяти лет работы в Кентукки и Огайо на должности окружного советника по аграрным вопросам Фолкнер со временем пришел к заключению, что вспашка не столько решает проблемы, сколько их создает.

Призывая агрономов пересмотреть вопрос об обязательности вспашки, он утверждал, что обильные урожаи можно обеспечить только за счет достаточно глубокого поверхностного слоя органической массы, который предохранит почву от эрозионных стоков и сохранит в ней питательные вещества. Эта мысль была еретической. «Мы вооружили наших фермеров многотонной машинной техникой, вес которой в расчете на человека превышает показатели любой другой страны. Наше соотечественники, занятые в сельском хозяйстве, принялись использовать эту технику так, что она разрушает почву быстрее, чем это удавалось какому бы то ни было народу из внесенных в анналы истории»¹². Фолкнер также считал зависимость от минеральных удобрений бесполезной и нерациональной.

Как и у большинства еретиков, нетрадиционные взгляды Фолкнера были основаны на опыте. Когда на участке у себя за домом он решил посадить кукурузу в грунт, больше подходящий, по его мнению, для изготовления кирпичей, совершенно случайно обнаружилось, что можно значительно увеличить урожай, вовсе не вспахивая землю. С 1930 по 1937 г. он удобрял свой приусадебный участок органикой. Для этого он выкопал лопатой глубокую канаву и на ее дне подмешивал в землю ли-

стья, имитируя стандартную практику вспашки под прошлогодней стерней. Как и при привычном способе вспашки, богатый органическими веществами верхний пласт оказывался закопан на глубину 6-8 дюймов. Осенью 1937 г. он попробовал иной способ, подмешав листья прямо в поверхностный слой почвы.

На следующий год почва преобразилась. Если раньше на твердом глинистом грунте он мог выращивать только пастернак, то теперь структура почвы стала зернистой. Ее можно было рыхлить граблями, как песок. В придачу к пастернаку он собрал неплохой урожай моркови, салата и гороха – без удобрений и с минимальным поливом. От него не требовалось ничего, кроме прополки сорняков.

Когда выяснилось, что Служба охраны почв без энтузиазма относится к его опытам на заднем дворе, Фолкнер принял вызов и взял в аренду поле для демонстрации полномасштабного эксперимента. Вместо предпосевной вспашки он с помощью дискового культиватора вмешал стоящие на поле растения в поверхность почвы, оставив поле покрытым раскрошенными сорняками. Скептически настроенные соседи пророчили легкомысленному любителю плохой урожай. Справившись с недоумением и удивлением после того, как урожай Фолкнера превзошел их собственный, они не знали, что и думать о таком поразительном результате, достигнутом без вспашки, без удобрений, без пестицидов.

Повторив в течение нескольких лет свой успех на арендованном поле, Фолкнер принялся пропагандировать восстановление поверхностных пластов органической массы. Он не сомневался, что при правильном подходе и с помощью соответствующей техники фермеры смогут воссоздать хорошую почву везде, где она ранее существовала в природе. «Люди пришли к пониманию... что для формирования плодородной почвы требуются века. Отрадная правда состоит в том, что человек с группой помощников или с трактором и хорошей дисковой бороной способен всего за несколько часов примешать к почве достаточно органических веществ, чтобы добиться таких же результатов, каких природа достигала десятилетиями».

Все, что требовалось от фермеров – это отказаться от вспашки и начать возвращать в грунт органические вещества. «Везде вокруг нас можно найти свидетельства того, что ненарушенная поверхность земли дает жизнь более здоровой поросли, чем те площади, которые сегодня обрабатываются... Совокупный эффект от удобрения земли, таким образом, состоит не в увеличении возможного урожая, но в том, чтобы снизить губительные последствия вспашки»¹³. Как и Ховард, Фолкнер верил, что воссоздание здоровой почвы позволит, если и не избавиться совсем от вредителей и болезней сельхозкультур, то, по крайней мере, уменьшить их распространение.

Органическая масса почвы важна для поддержания ее плодородия не столько потому, что она является прямым источником питательных веществ, сколько из-за того, что она обеспечивает почвенные экосистемы, способствующие освобождению и поглощению этих веществ. Потери органической массы почвы сокращают урожаи, поскольку снижается активность почвенной биоты и, как следствие этого, замедляется круговорот питательных веществ.

Различные почвы в разных климатических условиях способны обеспечивать потребности сельского хозяйства без внесения удобрений в течение разных периодов времени. Богатую органикой почву канадской части Великих Равнин можно обрабатывать более пятидесяти лет, прежде чем она утратит половину своего углерода, в то время как в тропических лесах Амазонки почвы могут потерять весь свой сельскохозяйственный потенциал менее чем за пять лет. Проводившиеся в течение 24 лет эксперименты с удобрениями на северо-западе Китая показали, что химические удобрения не повлияют на плодородие почвы, если их сочетать с соломой и навозом.

Нигде споры о надлежащем применении технологий так не поляризованы, как в области биотехнологии. Отмахиваясь от таких понятий, как регулирование рождаемости и земельная реформа, адепты этого направления продвигают идею о том, что проблему голода решит генная инженерия. Вопреки своей альтруистической риторике генно-инженерные компании

разрабатывают стерильные культурные растения с тем, чтобы фермеры – как крупные агрокомплексы, так и ведущие натуральное хозяйство крестьяне – гарантированно продолжали покупать их патентованные семена. Было время, когда благоразумные фермеры сохраняли свой лучший семенной фонд для посева на следующий год. Теперь, если они так поступают, на них подают в суд.

Хотя представители этой отрасли и обещают небывалый рост урожаев, исследование, проведенное бывшим директором Сельскохозяйственного совета Национальной академии наук, в ходе которого он проанализировал более восьми тысяч полевых испытаний, показало, что генетически модифицированные семена сои приносят меньшие урожаи, чем натуральные семена. Исследование МСХ США не обнаружило общего снижения объемов использования пестицидов в случае с генетически измененными культурами даже несмотря на то, что повышенная устойчивость к вредителям рекламируется как основное достижение генной инженерии в сельском хозяйстве. При том, что обещанного генными инженерами резкого увеличения урожайности так толком и не произошло, есть опасения, что модифицированные ими гены стерильности могут через скрещивания перейти к непатентованным сортам с катастрофическими последствиями.

С учетом существенных реальных и потенциальных недостатков биоинженерии и агрохимии более пристального внимания заслуживают альтернативные подходы. В долгосрочной перспективе интенсивное органическое земледелие и другие нетрадиционные методы могут оказаться тем спасательным кругом, который поможет поддерживать уровень производства продовольствия несмотря на рост народонаселения и непрерывные потери обрабатываемой земли. В принципе, интенсивные органические методы могли бы даже заменить зависимое от удобрений сельское хозяйство в ситуации, когда дешевое ископаемое топливо уходит в историю.

Эти доводы легли в основу концепции Уэса Джексона, считающего вспашку почвы экологической катастрофой. Джексон

был профессором генетики до того, как уволился, чтобы стать президентом Института земли в Салине, Канзас. По его словам, он не призывает вернуться к луку и стрелам. Он просто поставил под сомнение точку зрения, согласно которой пахотная обработка почвы бесспорно благотворна, недвусмысленно заметив, что именно плуг, а не меч ограничил перспективы развития для будущих поколений, а также что – за редким исключением – пахотное земледелие уже доказало свою неустойчивость. По его расчетам, за следующие два десятка лет эрозия почв уничтожит 20% природного сельскохозяйственного потенциала нашей планеты, который позволил бы выращивать сельхозкультуры без удобрений и ирригации.

Однако Джексон – не горевестник и не луддит. В человеческом плане он больше напоминает фермера, чем эколога–экстремиста. Вместо того, чтобы отчаиваться, он выступает за методы, основанные скорее на имитации природных систем, чем на их регулировании или замене. Ратуя за сельское хозяйство природных систем, Джексон является последним из проповедников идей Ксенофонта, призывающих адаптировать сельское хозяйство к земле, а не наоборот.

Опираясь на опыт американского земледельческого пояса, Джексон стремится разработать агросистему, базирующуюся на имитации природных экосистем прерий. В отличие от однолетних культур, выращиваемых на расчищенном и распаханном грунте, корни природных многолетников удерживают целостность почвы во время проливных дождей и ветров. В природных прериях соседствуют теплолюбивые и холодолюбивые злаки, бобовые и сложноцветные. Одни растения лучше развиваются во влажные года, другие разрастаются в засушливые. Такая травосмесь защищает от появления сорняков и проникновения инвазивных видов, поскольку растительность покрывает землю круглый год – так же, как и на нашей эколужайке.

Экологам известно, что разнообразие придает системе пластичность – а пластичность, считает Джексон, способна поддерживать устойчивость земледелия. Поэтому он советует

возделывать смешанные культуры в течение всего года, чтобы защитить грунт от эрозионного воздействия осадков. Как правило, монокультура весной оставляет землю ничем не защищенной: уязвимая почва месяцами открыта для эрозии до тех пор, пока посевы не прорастут настолько, чтобы блокировать дождевую воду. Бури, налетающие до того, как посев даст ростки, вызывают в два, а то и в десять раз более сильную эрозию, чем бури, случающиеся ближе к концу года, когда поля защищены растительностью. В условиях монокультуры одна-единственная сильная буря в неподходящий момент способна вызвать такую эрозию, темпы которой на десятилетия опередят почвообразование.

Система Джексона доказала свою эффективность в Институте земли. Проведенные там исследования показали, что многолетняя поликультура способна противостоять паразитам, полностью обеспечивать себя азотом и приносить больший урожай из расчета на один акр, чем монокультура. Хотя специфика подхода Джексона была рассчитана для прерий, его методы можно адаптировать и к другим регионам, если использовать смеси разных видов, акклиматизировавшихся в местных условиях. Вполне понятно, что производители пестицидов, удобрений и биотехнологические компании не в восторге от предложенного Джексонем низкотехнологичного подхода. Тем не менее Джексон — это не глас вопиющего в пустыне; за последние десятилетия многие фермеры взяли на вооружение приемы, сходные с теми, которые пропагандировали Фолкнер и Ховард.

Как бы его ни называть, сегодняшнее органическое земледелие сочетает природоохранные подходы с прогрессивными технологиями, но не использует синтетических пестицидов и удобрений. Вместо этого органическое сельское хозяйство полагается на восстановление и укрепление плодородия почвы, выращивая разнообразные культуры, добавляя в грунт отходы жизнедеятельности животных и сидераты, применяя природные способы борьбы с вредителями, вводя севооборот. И все же, чтобы фермерскому хозяйству выжить в условиях рыночной экономики, оно должно быть прибыльным.

Многолетние исследования свидетельствуют, что органическое земледелие повышает как энергосбережение, так и экономические выгоды. Более того, вопрос явно не в том, можем мы или не можем позволить себе перейти на органические рельсы. В долгосрочной перспективе мы просто не можем этого избежать, невзирая на любые аргументы в защиту интересов агробизнеса. Мы сумеем существенно улучшить привычные агротехнические методы как с экологической, так и с экономической точки зрения, если примем на вооружение элементы органических технологий. Как ни странно, наше правительство субсидирует обычные способы агропроизводства, в то время как рынок диктует более высокие цены на органическую продукцию. Исходя из результатов ряда недавних исследований, методы органического сельского хозяйства не только сохраняют плодородие почвы на долгосрочной основе, но и могут в ближайшей перспективе оказаться рентабельными.

В 1974 г. под руководством эколога Барри Коммонера Центр биологии природных систем при Вашингтонском университете в Сент-Луисе приступил к сравнительному анализу эффективности органические и обычные хозяйства на Среднем Западе. Выстроив парами близкие по площади органические хозяйства и обычные фермы, использовавшие похожие растениеводческо-животноводческие системы на сходных почвах, исследователи после двухлетнего изучения обнаружили, что органические хозяйства получали примерно такой же доход с одного акра, как и обычные. Хотя предварительные результаты анализа и удивили скептически настроенных сельскохозяйственных экспертов, многие последующие исследования подтвердили, что существенно меньшие производственные издержки с лихвой компенсировали немного более скромные урожаи органических хозяйств. Получается, что промышленная агрохимия – не экономический императив, а всего лишь результат общественного договора.

Последующие исследования также показали, что в органических агросистемах урожаи лишь ненамного уступают традиционным. Что не менее важно, они продемонстрировали,

что современное сельское хозяйство не обязательно истощает почву. В Ротамстеде – поместье, где Джон Лоус доказал экономическую эффективность химических удобрений – проводится самый длительный сравнительный анализ органического и обычного агропроизводства, продолжающийся уже полтора века: там органическая система земледелия и система, основанная на удобрениях, сосуществуют бок о бок. Урожаи пшеницы, собранные на традиционно удобряемых и органических участках, отличались где-то на два процента, однако качество почвы, измеряемое по содержанию углерода и азота, на органических участках со временем только повышалось.

В ходе двадцатидвухлетних исследований Институтом Родейла проводилось сравнительное изучение вложений и выработки на традиционных и органических участках в одном из хозяйств на землях Пенсильвании. Средние урожаи при нормальном уровне атмосферных осадков были сравнительно схожими, однако средние урожаи кукурузы, собранные на органических участках в течение самой засушливой пятилетки, оказались примерно на треть выше. Потребление энергии на органических участках было примерно на треть ниже, а трудовые затраты примерно на треть выше. В целом, органические участки оказались более рентабельными, чем обычные, так как общие затраты были на 15% ниже, а органическая продукция продавалась дороже. За два десятилетия исследований на органических участках повысилось содержание почвенного углерода и азота.

В середине 80-х гг. исследователи под руководством Джона Риганолда из Университета штата Вашингтон сравнивали состояние почвы, темпы эрозии и урожаи пшеницы на двух фермах близ Спокана в восточном Вашингтоне. Одна из ферм не использовала коммерческие удобрения с тех пор, как впервые была распахана в 1909 г. Соседнее хозяйство начали обрабатывать в 1908 г., а коммерческие удобрения стали регулярно вносить после 1948 г.

Удивительно, но показатели чистого выхода продукции обеих ферм отличались очень мало. С 1982 по 1986 г. урожай

пшеницы органического хозяйства были выше, чем средний показатель для двух соседних традиционных ферм. Чистый выход продукции с органической фермы был меньше, чем у обычной только потому, что фермер–органик каждый третий год оставлял свое поле под занятым паром, чтобы вырастить сидераты (обычно люцерну). Более низкие затраты на удобрения и пестициды компенсировали пониженную общую урожайность. Еще важнее то, что производительность его фермы со временем не снижалась.

Группа Риганолда выяснила, что верхний слой почвы на органической ферме был примерно на шесть дюймов толще, чем на обычной ферме. Почва в органическом хозяйстве имела лучшую влагоудерживающую способность, а также повышенное содержание биологически доступного азота и калия. Кроме того, почва органического хозяйства содержала гораздо больше микробов, чем почва на обычном фермерском поле. Опять же, пахотный слой в органическом хозяйстве был в половину богаче органическими веществами, чем на обычной.

Органические поля не только эродировали медленнее темпов обновления почвы, рассчитанных Службой охраны почв. На органической ферме почва создавалась. Поле, обрабатывавшееся традиционным способом, наоборот, потеряло более шести дюймов пахотного слоя между 1948 и 1985 г. Прямые замеры твердого стока подтвердили почти четырехкратную разницу в почвопотерях между двумя фермами.

Суммарный итог был прост. Органическое хозяйство сохранило свое плодородие несмотря на интенсивный характер земледелия. Почва на традиционной ферме – и косвенно на большинстве соседних – постепенно утрачивала продуктивность по мере истончения почвенного слоя. Еще пятьдесят лет традиционной обработки – и пахотный слой в регионе исчезнет. По прогнозам, урожаи в регионе уменьшатся наполовину, как только эрозия верхнего слоя почвы заставит фермеров–традиционалистов распахивать глинистую подпочву. Для обеспечения устойчивой продуктивности сельхозкультур

потребуется удвоение их урожаев технологическим способом, только чтобы сохранить прежние показатели.

Европейские ученые также согласны с тем, что органические хозяйства более эффективны и менее губительны для плодородия почвы. В течение двадцати одного года проводился сравнительный анализ урожаев и плодородия почвы, который показал, что органические участки дают примерно на 20% меньше урожая, чем участки, на которых интенсивно применяли пестициды и удобрения. Однако на органических участках использовалось от трети до половины традиционной нормы удобрений и энергии, а пестициды не использовались вообще. Кроме того, почва органических участков содержала намного больше губительных для вредителей организмов и в целом была существенно более биологически активна. На органическом поле биомасса земляных червей почти в три раза превосходила обычные показатели, а общая протяженность корней растений, колонизированных благоприятными для почвы микоризами, была больше на 40%. Приемы органического земледелия не только повышали плодородие почвы – прибыль органических хозяйств была сравнима с прибылью традиционных. С учетом его коммерческой жизнеспособности органическое сельское хозяйство уже не заслуживает того, чтобы считаться альтернативной философией.

Другие недавние исследования подкрепляют эту точку зрения. Сравнение соседствующих хозяйств, использующих органическую и традиционную агротехнику на идентичных почвах в Новой Зеландии, выявило на органических лучшее качество почвы, повышенное содержание органических веществ и большее количество дождевых червей – а также более высокую экономическую эффективность в расчете на гектар. Сравнительный анализ яблоневых садов в штате Вашингтон продемонстрировал, что обычные и органические агросистемы обеспечивают одинаковые урожаи. Результаты пятилетнего исследования свидетельствуют, что органические методы не только экономят энергозатраты, поддерживают более высокое качество почвы и производят более сладкие яблоки, но и дока-

зывают свою рентабельность, превышающую традиционные показатели. Сад, выращенный с использованием обычной методики, стал рентабельным примерно через пятнадцать лет, в то время как органические приемы обеспечили тот же результат за десятилетие.

Пока органический сектор остается самым быстрорастущим сегментом рынка продовольственных товаров в США, многие из рентабельных на сегодняшний день традиционных агротехнических приемов могли бы стать невыгодными, если бы в рыночную цену включали фактические затраты. Прямые финансовые субсидии, невключение в цену ущерба от снижения плодородия почвы и выброса загрязняющих веществ – вот факторы, которые продолжают поддерживать разрушительную для земли агротехнику. В частности, экономика и практика широкомасштабного агропроизводства зачастую провоцируют потери пахотного слоя, компенсируя их удобрениями и улучшителями грунта. Органическое земледелие использует меньше химикатов и вследствие этого требует меньше финансовых вложений на исследования из расчета на один акр своей продуктивной площади. С учетом всего этого граждане, предпочитающие более здоровую пищу, вносят более существенный вклад в сельскохозяйственную реформу, чем правительства, отвечающие за долгосрочный потенциал агропроизводства.

В течение последнего десятилетия субсидии американским фермерам составляли в среднем более 10 млрд. долларов в год. Несмотря на то, что программы субсидирования изначально предназначались для поддержки бедствующих семейных ферм и обеспечения стабильного притока продовольствия, уже к 60-м гг. XX в. субсидии активно стимулировали крупные хозяйства и более интенсивные методы агропроизводства, направленные на выращивание монокультур. Программы товаропроизводства США, отдающие приоритет пшенице, кукурузе и хлопчатнику, создают стимулы, побуждающие фермеров покупать больше земли и возделывать только эти культуры. В 70-х и 80-х гг. субсидии составляли почти треть дохода фермерских

хозяйств в США. Десятая часть сельскохозяйственных производителей (так совпало, что в их числе оказались крупнейшие хозяйства) сейчас получает две трети всех субсидий. Критики программы субсидирования, в том числе Чак Хейгел, республиканский сенатор от Небраски, утверждают, что программа отдает предпочтение крупным промышленным агрокомплексам и практически игнорирует семейные фермы. Разумная государственная политика использовала бы национальные фонды для стимулирования охраны почв – и, настаивают они, семейных фермерских хозяйств – вместо того, чтобы концентрироваться на широкомасштабном монокультурном агропроизводстве.

Органическое сельское хозяйство начинает освобождаться от статуса нетрадиционного направления по мере того, как фермеры заново учатся сохранять здоровье почвы как главного фактора, стабильно обеспечивающего высокие урожаи. Набирающий популярность уход от агрохимических технологий совпадает с возвращением к почвоулучшающим методикам. Сегодня зарождается компромиссный вариант, когда азотфиксирующие культуры растут между пропашными и используются как покровные в межсезонье, а нитратные удобрения и пестициды применяются в гораздо меньших масштабах, чем на обычных фермах.

Вызов, стоящий сегодня перед сельским хозяйством, заключается в поиске ответа на вопрос: как совместить традиционные сельскохозяйственные знания с современным пониманием экологии почв в стремлении поддержать интенсивное агропроизводство, необходимое для пропитания человечества – иными словами, как обеспечить жизнь индустриального общества без индустриального сельского хозяйства. Так как отказ от синтетических удобрений вряд ли произойдет в ближайшем будущем, обеспечение стабильного уровня объемов продукции растениеводства, возросших за прошедшие полвека, потребует широкого распространения таких агротехнических приемов, которые не станут еще дальше снижать содержание органических веществ в почве и ее биологическую активность, да и вообще не будут вредить почве как таковой.

Методы сохранения почвы способны помочь предотвратить деградацию земель и улучшить показатели урожайности. Несложные шаги к поддержанию продуктивности почвы включают мульчирование соломой, способное трехкратно увеличить массу почвенной биоты, и применение навоза, который может в пять раз повысить содержание дождевых червей и почвенных микроорганизмов. В зависимости от конкретной культуры и обстоятельств доллар, инвестированный в почвозащиту, способен принести целых три доллара прибыли от увеличившихся урожаев. Кроме того, каждый доллар, вложенный в сохранение почвы и воды, поможет сэкономить в пять, а то и в десять раз больше, если учитывать затраты на такие меры, как дноуглубительные речные работы, строительство плотин и регулирование паводков в нижних течениях рек. Невзирая на трудности, связанные с привлечением и укреплением политической поддержки отношения к почве, как к золотому запасу, американские фермеры в области почвозащиты стремительно выходят на передовые позиции в мире. Так как возвращать почву обратно на поля после того, как она исчезла, — непомерно дорогая процедура, лучшей и самой экономичной стратегией станет прежде всего сохранение почвенного слоя непосредственно в поле.

На протяжении веков плуг служил универсальным символом сельского хозяйства. Однако фермеры все чаще забывают о плуге, отдавая предпочтение полузабытым беспашотным методам и менее агрессивной почвозащитной и ресурсосберегающей технологии обработки — обобщающий термин для обозначения приемов, оставляющих как минимум 30% поверхности почвы под покровом растительных остатков. Изменения в агротехнике за последние несколько десятков лет революционизируют современное сельское хозяйство во многом так же, как в случае с механизацией сто лет тому назад — только на этот раз новый подход к земледелию сберегает почву.

Задача беспашотного земледелия — сохранить все преимущества вспашки и при этом не оставлять почву беззащитной и уязвимой для эрозии. Вместо использования плуга, который

переворачивает грунт и обнажает почву, отрицающие вспашку фермеры сегодня пользуются дисковыми культиваторами, подмешивая с их помощью органические отходы в верхний слой почвы, и глубокорыхлителями, позволяющими закладывать семена глубоко в грунт под покров органической массы, оставшейся от предыдущих посевов. Тем самым сводится к минимуму прямое разрушение почвенной структуры. Растительные отходы, оставленные на поверхности грунта, выступают в качестве мульчи, способствуя удержанию влаги и замедлению эрозии; при этом копируются природные условия, в которых изначально сформировались продуктивные почвы.

В 60-х гг. XX в. почти все сельскохозяйственные земли в США были распаханы, однако в течение последних тридцати лет все большее число североамериканских фермеров отказывалось от пахоты. Минимальная и нулевая обработка в 1991 г. использовались на 33% канадских ферм, а к 2001 г. – уже на 60% обрабатываемых земель Канады. За тот же период в США почвозащитное земледелие распространилось примерно с 25% обрабатываемых земель на более 33%, причем на 18% сельскохозяйственных угодий страны вспашка вообще не применяется. К 2004 г. почвозащитное земледелие практиковалось примерно на 41% сельскохозяйственных угодий США, а беспашотные методы – на 23%. Если такие темпы сохранятся, пройдет чуть больше десяти лет, и беспашотное земледелие охватит большинство американских фермерских хозяйств. И все же в мире всего около 5% сельскохозяйственных земель обрабатывается беспашотным способом. От того, какая судьба постигнет остальные земли, зависит будущее цивилизации.

Беспашотное земледелие весьма эффективно снижает почвенную эрозию; если оставлять землю покрытой органическими отходами, то темпы эрозии почвы могут снизиться до уровня, сравнимого со скоростью почвообразования – с незначительной потерей урожайности или вообще без таких потерь. В конце 70-х гг. одно из первых испытаний эффективности беспашотных методов в Индиане показало, что на кукурузных полях эрозия почвы снизилась более чем на 75%. Ближе к се-

годняшнему дню исследователи из Университета Теннесси обнаружили, что беспашотное земледелие на табачных плантациях снижает эрозию почвы более чем на 90% по сравнению с традиционной агротехникой. Сравнительный анализ почвопотерь на полях хлопчатника в северной Алабаме свидетельствует, что беспашотные участки теряют в два, а то и в девять раз меньше почвы, чем традиционные пашотные участки. По результатам одного исследования в штате Кентукки выяснилось, что беспашотные методы сократили эрозию почвы на небывалые 98%. В то время как изменение темпов эрозии зависит от целого ряда местных факторов, таких как тип почвы и возделываемая культура, десятипроцентное общее увеличение почвенного покрова снижает эрозию на 20%, а если 30% земли остаются покрытыми, то эрозия снижается более чем на 50%.

Более низкие темпы эрозии сами по себе не объясняют стремительный рост популярности беспашотного земледелия. Фермеры отказываются от вспашки главным образом потому, что это им выгодно с экономической точки зрения. Законы о продовольственной безопасности 1985 и 1990 г. требовали, чтобы фермеры принимали планы по сохранению почв, взяв за основу почвозащитные методы особо подверженных эрозии земель. Это выдвигалось в качестве условия их участия в популярных программах МСХ США (например, по субсидированию фермерских хозяйств). Однако почвозащитные методы обработки почвы оказались настолько экономичными, что получили широкое распространение и на полях, которые были менее подвержены эрозии. Отсутствие вспашки может вполнину снизить расход топлива, что с лихвой компенсирует потерю дохода от снижения урожаев, приводя к повышению прибыльности. При этом также улучшается качество почвы, органической массы и биоты; даже популяция дождевых червей многочисленней, если вспашка не проводится. Хотя использование беспашотной агротехники и может первоначально привести к более активному применению гербицидов и пестицидов, необходимость в них снижается по мере того, как восстанавливается почвенная биота. Накапливаемый опыт сочетания беспашотного земледелия с

возделыванием покровных культур, использованием сидератов и биологическими способами борьбы с паразитами позволяет предположить, что эти так называемые альтернативные методы в практическом плане дополняют беспашотную технологию. Фермеры берут на вооружение беспашотный подход, потому что они могут не только сберечь деньги, но и инвестировать в будущее с учетом того, что увеличение органической почвенной массы означает более плодородные поля – и со временем снижение затрат на удобрения. Более низкая стоимость беспашотных методов подогревает растущий интерес к ним даже среди тех, кто занимается крупномасштабным агропроизводством.

Беспашотное земледелие имеет еще одно преимущество: оно может стать одним из немногих относительно быстрых способов противостояния глобальному потеплению. Когда почву распашали и открыли для доступа воздуха, окисление органики высвобождает углекислый газ. Беспашотное земледелие потенциально способно увеличить содержание органических веществ в нескольких верхних дюймах почвы примерно на 1% за десятилетие. Это кажется совсем незначительным, однако за 20–30 лет может накопиться до 10 тонн органической массы на один акр. По мере механизации сельского хозяйства за предыдущие полтора века почвы США, по оценкам, потеряли около 4 млрд. метрических тонн углерода, отдав его атмосфере. В мировом масштабе в атмосферу ушло примерно 78 млрд. тонн углерода, прежде копившегося в почве в виде органических веществ. Источником трети всего диоксида углерода, выброшенного в атмосферу со времен промышленной революции, было не ископаемое топливо, а деградация почвенной органической массы.

Улучшение сельскохозяйственных почв дает возможность изолировать большие объемы диоксида углерода, что замедлит процесс глобального потепления – и поможет накормить растущее население. Если бы каждый фермер в США внедрил у себя беспашотную обработку земли и покровные культуры, американское сельское хозяйство могло бы накапливать до 300 млн. тонн почвенного углерода в год, превращая фермер-

ские хозяйства не в источники парниковых газов, а в кладовые чистого углерода. Хотя это и не решит проблемы глобального потепления (почва может удерживать лишь ограниченные объемы углерода), накопление почвенного углерода поможет выиграть время для того, чтобы разобраться с первопричинами проблемы. Введение беспашотных методов на полутора миллиардах обрабатываемых земель во всем мире, по расчетам, способно привести к поглощению более 90% глобальных выбросов углерода за те несколько десятилетий, которые потребуются для воссоздания органической почвенной массы. Более реалистичный сценарий предполагает, что общий потенциал поглощения (секвестра) углерода для всех сельскохозяйственных земель планеты составляет приблизительно 25% от его сегодняшних выбросов. Более того, повышенное содержание углерода в почве поможет снизить спрос на удобрения и приведет к уменьшению эрозии, что еще сильнее замедлит выбросы углерода, укрепив при этом плодородие почв.

Беспашотные методы очень и очень привлекательны, однако остаются препятствия для их повсеместного внедрения. Кроме того, они не везде работают одинаково хорошо. Лучше всего беспашотная технология проявляет себя на хорошо дренируемых песчаных и илистых почвах; она малоэффективна на плохо дренируемых тяжелых глинистых грунтах, которые в отсутствие вспашки имеют тенденцию спрессовываться. Основными факторами, препятствующими более широкому распространению таких методов в США, остаются косные взгляды и представления самих фермеров; в Африке и Азии отставание во внедрении беспашотного земледелия дополнительно усугубляется отсутствием финансовых возможностей и правительственной поддержки. Например, мелким фермерам зачастую практически не доступны специальные сеялки, позволяющие производить посев под пожнивными остатками. Многие из тех, кто живет натуральным хозяйством, используют остатки урожая предыдущего года в качестве топлива или корма для животных. Эти проблемы достаточно серьезны, но их стоит попробовать преодолеть.

Реинвестирование в фонд живой природы путем восстановления богатых органическими веществами почв вполне может стать залогом будущего процветания человечества.

Не секрет, что, если сельское хозяйство не станет устойчивым, ничто не будет устойчивым. Даже при этом есть такие, кто относится к нашей почве, как к грязи – а иногда и еще хуже. Городок Квинси на востоке штата Вашингтон – не самое подходящее место для раскрытия одной из самых грязных тайн нации. Однако в начале 90-х гг. XX в. по подсказке мэра городка репортер газеты «Seattle Times» Дафф Уилсон написал о том, как токсичные отходы перерабатывались в удобрения и распылялись на полях. Патти Мартин была необычным кандидатом в разоблачители: домохозяйка консервативных взглядов, бывшая профессиональная баскетболистка, она выиграла предвыборную гонку на пост мэра небольшого сельского населенного пункта практически без борьбы. Когда ее избиратели стали жаловаться на мистическим образом чахнувшие посевы и на сельскохозяйственную авиацию, без очевидной причины распылявшую удобрения на просторах прерии, она выяснила, что фирма «Сепех» – специализировавшаяся на удобрениях подразделение компании «Land O'Lakes» (да, да, те самые производители масла) – ввозила в ее городок токсичные отходы, смешивала их с другими химикатами в большом бетонном резервуаре около железнодорожной станции, а затем продавала эту смесь как дешевое низкосортное удобрение.

Схема была впечатляющей. Загрязняющие окружающую среду промышленные предприятия, которым нужно избавиться от токсичных отходов, стремятся сэкономить на высокой стоимости услуг законных свалок (любой, отправивший что-нибудь на зарегистрированную свалку токсичных отходов, бессрочно остается владельцем выброшенного). Однако подмешивание таких отходов к дешевому удобрению и распыление его над пустыми землями – или продажа его фермерам – избавляет предприятие как от самой проблемы, так и от ответственности. И вот, посреди ночи в Квинси подъезжали и отбывали железнодорожные составы, резервуар наполнялся и опорожнялся, но

никакого учета того, что туда наливалось и что извлекалось, никто не вел. Иногда «Сепех» сбывала наспех изготовленное удобрение ничего не подозревавшим фермерам. Иногда фирма сама платила фермерам за его использование только ради того, чтобы от него избавиться.

Мартин выяснила, что официальные лица штата разрешили перерабатывать насыщенные тяжелыми металлами отходы в удобрение, не предупредив фермеров обо всех этих дополнительных «питательных» веществах. Вопрос о том, признавать или не признавать что-либо опасным, зависит не столько от того, что из себя представляет та или иная субстанция, сколько от того, что собираются с этой субстанцией делать. Когда у сотрудников сельскохозяйственного департамента штата поинтересовались, как они относятся к практике продажи токсичных веществ под видом удобрения, они признали, что эта идея показалась им привлекательной – чем-то сродни утилизации вторичного сырья.

Как ни странно, жертвой токсичного удобрения стали сельскохозяйственные культуры. Тяжелые металлы, если они не вымываются в процессе эрозии, остаются в почве на тысячелетия. А если они накапливаются в почве в достаточном количестве, их поглощают растения – в данном случае сельскохозяйственные.

Что же заставило такую фирму, как «Сепех», замешивать токсичное варево и продавать его по видом низкосортного удобрения? Ответ на этот вопрос стар, как мир – деньги. Согласно учетным записям фирмы, реализация отходов в промывном резервуаре под видом товара и распыление их над фермерскими полями сэкономило ей 170 тыс. долларов в год. Судебное разбирательство закончилось в 1995 г., когда фирма согласилась признать свою вину в несанкционированном использовании пестицидов и выплатить 10 тыс. долларов штрафа. И хоть я и не являюсь приверженцем азартных игр, но даже меня соблазнила бы возможность поехать в Лас-Вегас и поставить все мои сбережения на кон с гарантированной выплатой выигрыша 17 к 1.

После дела «Сепех» и другие фермеры в округе начали задаваться вопросом, не было ли некачественное удобрение причиной неурожая в их хозяйствах. Один из них рассказал другу г-жи

Мартин, Деннису Деянгу, о цистерне с удобрением, несколько лет тому назад доставленной фирмой «Сепех» к нему в хозяйство и забытой там. Деннис извлек из заброшенной цистерны немного засохшего осадка и отослал его в лабораторию, занимающуюся анализом почв в Айдахо. Лаборатория обнаружила в избытке мышьяк, свинец, титан и хром – далеко не лучшие ингредиенты, чтобы служить подкормкой для растений. Кроме того, лабораторный анализ показал высокую концентрацию свинца и мышьяка в семенах гороха, фасоли и картофельных клубнях, которые Деянг собрал на полях, удобренных продукцией «Сепех», и прислал в лабораторию. Образцы картофеля, предоставленные одним из друзей Деянга, содержали в десять раз больше свинца, чем это допустимо.

Вашингтон был не единственным местом, где токсичные отходы выдавались за удобрения. В период с 1984 по 1992 г. дочерняя фирма компании АЛКОА (Алюминиевая компания Америки) в Орегоне переработала в удобрения более 200 тыс. тонн плавильных отходов. АЛКОА сэкономила два миллиона долларов в год благодаря превращению отходов в продукт, который шел на рынок зимой под видом средства от оледенения, а летом как подкормка для растений. По всей Америке предприятия сберегали миллионы долларов в год, продавая промышленные отходы, вместо того, чтобы платить за их утилизацию на свалках для токсичных веществ. К концу 90-х гг. восемь крупнейших компаний США ежегодно перерабатывали в удобрения 120 млн. фунтов опасных отходов.

Странно, но никто из участников не испытывал особых угрызений совести, рассказывая о поставленном на поток преобразовании токсичных отходов в удобрения. Им нечего было беспокоиться. Не существовало правил, запрещающих подмешивать опасные отходы в удобрения, а затем и в грунт. Никого особо не беспокоило столь вопиющее пренебрежение здоровьем почвы. Никому не пришел в голову тот очевидный факт, что фермерские хозяйства – это последнее место, куда стоило отправлять на утилизацию отходы, содержащие тяжелые металлы.

От того, как мы обращаемся с нашими сельскохозяйственными землями, превращая их в адаптированные к местности экосистемы, либо в склады химикатов, либо в свалки токсичных отходов, зависит выбор тех путей, которыми пойдет человечество в следующем столетии. Европа освободилась от бремени веками продолжавшейся борьбы за то, чтобы обеспечить продовольствием свое растущее население, только после того, как взяла под контроль непропорционально большую долю в мировых ресурсах. Соединенные Штаты избежали этой участи благодаря экспансии на запад материка. Сейчас, когда фонд пригодных для обработки земель сокращается, а дешевая нефть подходит к концу, миру нужны новые модели решения проблемы продовольствия для всего человечества. Островные сообщества могут служить наглядным пособием: одни истребили свое будущее и опустились до ожесточенной борьбы за пахотные земли; другие сумели сохранить мирный образ жизни. Главное различие между ними, очевидно, состоит в том, как социальные системы адаптируются к реалиям обеспечения сельскохозяйственной продуктивности без доступа к новым земельным ресурсам — другими словами, как человек обращается со своей землей.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ



Острова во времени

Когда наши почвы исчезнут, нам тоже придется исчезнуть, если только не найдется какой-нибудь способ использовать в пищу голые скалы.

Томас К. Чемберлен



НА ПУТИ ИЗ ИНДОНЕЗИИ К ОСТРОВАМ ПРЯНОСТЕЙ в пасхальное воскресенье 1722 г. один голландский адмирал открыл небольшой остров вулканического происхождения в отдаленной части Тихого океана. Шокированные случаями каннибализма среди туземцев Якоб Роггевен и его команда не задержались там и продолжили плавание по Тихому океану. Остров Пасхи, из-за скудных ресурсов никогда не привлекавший ни колонизаторов, ни купцов, был оставлен в покое до тех пор, пока полвека спустя его не аннексировали испанцы. Самой любопытной достопримечательностью острова была необычная коллекция сотен колоссальных каменных голов, разбросанных по его территории.

Остров Пасхи стал загадкой мирового уровня для европейцев, недоумевавших, как горстке нищих каннибалов удалось воздвигнуть все эти массивные головы. Загадка эта ставила приезжих в тупик, пока археологи не воссоздали связь истории острова с окружающей средой и не узнали, как передовое общество скатилось к варварству. Сегодня история острова Пасхи превратилась в поразительную историческую притчу о том, как деградация окружающей среды разрушает социум.

История эта повествует не о катастрофическом крахе, но об угасании, длившемся от поколения к поколению по мере того, как люди разрушали свою ресурсную базу. Туземная цивили-

зация острова Пасхи не исчезла мгновенно. Она эродировала в процессе экологической деградации, приведшей к тому, что количество людей, жизнь которых мог обеспечить остров, стала уступать численности фактически проживавших на его территории островитян. Это трудно назвать катаклизмом, но все равно итог был плачевным.

Остатки пыльцы в озерных отложениях сохранили сведения о лесах, покрывавших эту землю в то время, когда несколько десятков пришельцев колонизировали остров Пасхи. Общеизвестная история гласит, что полинезийцы появились здесь в пятом веке и в течение следующего тысячелетия вырубали лес, расчищая место для посевов, а древесину используя на топливо и для постройки каноэ, пока население острова не выросло до почти десяти тысяч в XV в. Затем около ста лет численность островитян оставалось на пике, но нехватка древесины постепенно заставляла их переселяться в пещеры. Хотя проведенный недавно повторный радиоуглеродный анализ датирования позволяет предположить, что колонизация могла произойти столетиями позже, пыльца и древесный уголь из глубинных пластов отложений свидетельствуют, что в течение всего XVII в. на острове сохранялась часть лесного покрова. Когда прибыли первые европейцы, остров уже был практически безлесным. К тому времени последние деревья оставались в недоступных местах, скрытые на дне самого глубокого на острове кратера потухшего вулкана.

Эрозия почвы ускорилась, как только расчистка леса лишила землю защиты. Урожай начали снижаться. Рыбная ловля становилась все более затруднительной после того, как были утрачены аборигенные пальмы, волокна которых использовались для изготовления сетей. По мере того, как рос дефицит доступной пищи, островитяне соорудили из камня защитные загоны для своих кур – последнего источника продовольствия на острове, которому изначально не угрожала ни потеря деревьев, ни утрата верхнего слоя почвы. Лишившись возможности строить каноэ, жители острова оказались в ловушке: бесконечные междоусобные стычки за обладание таявшей на

глазах продовольственной базой сокращали их численность и в конце концов, пока их социум рушился, включили в эту базу самих островитян.

Рапа-Нуи (так называют остров Пасхи местные жители) находится на той же широте, что и центральная Флорида, только в южном полушарии. Постоянно обдуваемый теплыми тихоокеанскими ветрами остров состоит из трех древних вулканов, занимая площадь менее пятидесяти квадратных миль – тропический рай более чем в тысяче миль от ближайшей обитаемой земли. Такая изоляция говорила о том, что, когда сбившиеся с пути полинезийцы высадились на берег, преодолев на весах тихоокеанские просторы, остров служил местообитанием небольшого числа аборигенных растений и животных. Местная флора и фауна предлагала так мало съестного, что рацион вновь прибывших состоял из привезенной с собой курятины и батата. Возделывание батата не требовало сверхусилий в жарких и влажных климатических условиях острова, так что у островитян оставалось достаточно свободного времени, чтобы построить многогранное общество, объединенное высеканием и воздвижением гигантских каменных голов.

Исполнинские статуи высекали в карьере, транспортировали через остров, а затем украшали массивным головным убором из красного камня, добытого в другом карьере. Предназначение этих статуй остается тайной; как островитяне все это делали, на протяжении долгих лет тоже было тайной. Тот факт, что они транспортировали свои колоссальные изваяния вручную, без каких-либо механических приспособлений, ставил в тупик европейцев, обозревавших лишенный деревьев ландшафт.

Немногих оставшихся на острове жителей спрашивали, каким образом осуществлялась транспортировка огромных каменных идолов, но им не было известно, как их предки это делали. Они просто отвечали, что статуи сами разошлись по острову. Веками голый ландшафт подпитывал загадку изваяний. Никто, включая потомков скульпторов, не мог представить себе, что каменных гигантов катили по бревнам – это казалось настолько же невозможным, как и их самостоятельное хождение по острову.

Многие статуи остались недоделанными или были брошены у карьера; это говорит о том, что скульпторы до последнего старались не замечать надвигающейся нехватки бревен. Деревья заканчивались, но каменотесов стимулировала конкуренция за статус и престиж своего искусства. Даже несмотря на то, что жители острова Пасхи знали о своей изоляции в пределах мирка, который можно было обойти пешком за один–два дня, культурные императивы явно пересиливали озабоченность по поводу исчезновения деревьев.

Контакт с европейцами прикончил все, что оставалось от туземной культуры. В 50-е гг. XIX в. большинство оставшихся трудоспособных мужчин, включая царя и его сына, были обращены в рабство и отправлены в Перу на добычу гуано. Годы спустя пятнадцать выживших изгнанников, репатрированных на родной остров, привезли с собой оспу, от которой у населения не было иммунитета. Вскоре после этого численность островитян снизилась всего до ста одиннадцати человек, что и положило конец всей оставшейся культурной преемственности.

История о том, как жители острова Пасхи совершили экологическое самоубийство, сохраняется в почве острова. Образовавшись из выветренной вулканической коренной породы, эта плохо развитая почва, глубина которой местами не превышает нескольких дюймов, покрывала значительную часть острова. Как и в других субтропических регионах, ее тонкий верхний слой содержал большинство доступных питательных веществ. Ее плодородие стремительно снижалось после того, как расчистка земли от растительности позволила стокам вымывать пахотный слой. После этого лишь малая часть острова осталась пригодной для обработки.

Заметно исхудавшая подпочва вышла на поверхность, свидетельствуя о том, что эрозия лишила остров самой продуктивного грунта. Выход породы у подножия холмов показывает, что сошедший со склонов грунтовый массив покрыл эродированные остатки более старой, изначальной почвы. На таких усеченных почвенных профилях четко различимы следы корней уже исчезнувшей с лица земли пальмы острова Пасхи.

Соотнесение почвенных горизонтов с местами археологических раскопок позволило сделать вывод, что почвенная эрозия последовала за сооружением каменных жилищ (ahus), связанного с подъемом сельского хозяйства на острове. Эти жилища строились прямо на поверхности природного грунта, а смытые со склонов более свежие отложения теперь покрывают фундаменты ahus. Отсюда следует, что эрозия смела верхний слой почвы со склонов после строительства ahus.

Радиоуглеродное датирование отложений, образованных склоновой эрозией, и эродированных почвенных профилей в местах выемки грунта для строительства дорог и вырытых вручную ямах свидетельствует, что первоначальная почва острова исчезала под воздействием эрозии в период с 1200 г. н. э. по 1650 г. Видимо, расчистка растительности для сельскохозяйственных целей дала толчок широкому распространению эрозии горизонта A, от которого зависело плодородие почвы. Общество острова Пасхи деградировало вскоре после исчезновения верхнего слоя почвы – случилось это менее чем за сто лет до незапланированного визита адмирала Роггевена.

Тщательное изучение почв полуострова Пойке выявило прямую связь между изменением агротехнических приемов и почвенной эрозией на острове Пасхи. Остатки исходной почвы, все еще встречающиеся на редких невысоких холмах, представляющих собой плосковершинные клочки поверхности изначального грунта, подтверждают, что природная почва повсеместно подвергалась эрозии. У подножия этих реликтовых грунтовых останцов видны сотни тонких почвенных пластов – каждый менее чем в полдюйма толщиной – которые откладывались поверх обрабатываемой земли, пронизанной корнями эндемичных пальмовых деревьев. Полудюймовый пласт древесного угля непосредственно над утопленным пахотным слоем свидетельствует о широкомасштабной вырубке леса, сменившей долгую историю возделывания участков земли среди пальм.

Первоначально земледельческие участки в искусственных углублениях, вырытых для посева между деревьями, обеспечи-

вали почве защиту от сильных ветров и проливных дождей, а также оберегали посевы от тропического солнца. Радиоуглеродное датирование угольного слоя и материалов, взятых из покрывающих осадочных пластов, дает основание считать, что в результате эрозии почва сошла с верхней части склонов и покрыла их нижнюю часть в период между 1280 и 1400 г. н. э. Многочисленные отчетливые слои осадочных масс, отложившиеся у подножия холмов, показывают, что почва эродировала от шторма к шторму, уменьшаясь каждый раз на малую долю дюйма. Эти наблюдения позволяют воссоздать хронологию процесса, когда после того, как почва в течение столетий едва заметно эродировала с защищенных кронами деревьев полей, леса полуострова Пойке были сожжены и расчищены ради более интенсивных способов ведения сельского хозяйства, ускоривших почвенную эрозию. Сельскохозяйственная обработка земель прекратилась до 1500 г. н. э., спустя всего одно или два столетия, в течение которых поля шаг за шагом теряли почву по мере того, как водостоки понемногу вымывали ее после каждой очередной грозы.

Исчезли и обитавшие на острове птицы. Ко времени появления полинезийцев на острове Пасхи гнездились более двадцати видов морских птиц. До исторически обозримого времени сохранились всего два из них. Гнездившиеся в густом пологе местного леса, эти птицы удобряли почву своим пометом, перенося на остров питательные вещества из моря и тем самым способствуя обогащению скудных вулканических почв. Исчезновение эндемичных для острова птиц лишило почву основного источника плодородия, способствовало ее деградации и, возможно, даже послужило причиной того, что лес так и не смог восстановиться. Сомневаюсь, чтобы жителям острова Пасхи могла прийти в голову мысль о том, что, съев всех птиц, они со временем лишатся возможности выращивать батат.

Судьбу острова Пасхи ни в коем случае нельзя считать уникальной. Катастрофическая эрозия из-за вырубки леса полинезийскими крестьянами имела место на многих других – но, конечно, не на всех – тихоокеанских островах. Будучи одними

из последних в ряду подвергшихся колонизации земель, острова южной части Тихого океана являют собой сравнительно несложную для изучения модель эволюции человеческих социумов, так как на них вообще не было наземных позвоночных до тех пор, пока переселенцы не завезли свою фауну – кур, свиней, собак и крыс.

Диаметрально противоположными путями шла адаптация человека к реалиям скудной ресурсной базы на островах Мангаиа и Тикопиа. Между ними было много общего, включая сходство процессов генезиса окружающей среды, однако спустя продолжительное время после появления на островах людей их сообщества совершенно по-разному прореагировали на снижение изобилия. Патрик Кирх, антрополог Калифорнийского университета в Беркли, пришел к выводу, что их история наглядно показывает, как переходящие от поколения к поколению тенденции определяют судьбу целого общества.

Мангаиа занимает всего двадцать квадратных миль суши – крошечная точка земли в южной части Тихого океана на широте $21,5^\circ$ к югу от экватора. Этот остров, который в 1777 г. посетил сам капитан Джеймс Кук, напоминает средневековую крепость, выросшую прямо из морских глубин. Сильно выветренные базальтовые холмы в глубине острова возвышаются более чем на 500 футов над уровнем моря; их окружает поднявшийся с океанского дна серый коралловый риф. Сотню тысяч лет тому назад возникший по соседству вулканический остров Раротонга деформировал земную кору в достаточной степени, чтобы вытолкнуть на поверхность океана остров Мангаиа и окаймляющий его риф. Речки, стекающие с центральной возвышенности, встречаются на своем пути это острую, как бритва, коралловую стену шириной в полмили и высотой в половину высоты самого острова. Там они оставляют свой твердый сток и уходят в пещеры, выводящие на узкую береговую отмель. Радиоуглеродный анализ проб донных осадков, взятых в основании скалистой центральной части острова, помог восстановить историю Мангаиа в течение последних семи тысяч лет.

Пять тысяч лет до того, как около 500 г. до н. э. туда пришли полинезийцы, остров был покрыт лесом, и эрозия протекала достаточно медленно, чтобы осадочные массы образовали толстый слой в вулканическом центре острова. Взятые Кирхом пробы осадочных пород свидетельствуют о кардинальных изменениях в период между 400 г. до н. э. и 400 г. н. э., когда подсечно-огневое земледелие оставило след в виде микроскопических частиц древесного угля. В отложениях, возраст которых древнее 2400 лет, уголь вообще отсутствует; грязь, осевшая менее чем 2000 лет назад, уже содержит миллионы крошечных угольных частиц на один кубический дюйм. Резкое повышение содержания железа и оксидов алюминия в пробах осадочных пород вместе со снижением содержания фосфора служит подтверждением того, что эрозия тонкого верхнего слоя почвы, богатого питательными веществами, быстро обнажила бедную этими веществами подпочву. Аборигенный лес зависел от восстановления питательных веществ, которые не могла быстро воссоздать выветренная коренная порода. Таким образом потери плодородного слоя почвы мешали лесному покрову восстанавливаться. Папоротники и ксерофильные кустарники, хорошо адаптированные к бедной питательными веществами подпочве, но бесполезные для жизнеобеспечения человека, теперь покрывают более четверти территории острова.

Примерно к 1200 г. н. э. переложное подсечно-огневое земледелие уничтожило столько пахотного слоя на обрабатываемых склонах, что сельское хозяйство на Мангаиа перешло к трудоемкой ирригации полей таро в аллювиальных поймах. Занимая всего несколько процентов территории острова, эти плодородные низины стали стратегическими целями в непрекращающихся межплеменных военных конфликтах. Контроль за еще оставшейся плодородной почвой определял политическую и военную гегемонию на острове, пока население концентрировалось вокруг этих оазисов плодородия.

Полинезийская колонизация изменила экологическую обстановку на острове, и не только в том, что касалось по-

чвы. В период между 1000 г. н. э. и 1650 г. исчезли производящие гуано крыланы, а островитяне успели уничтожить более половины местных видов птиц. Исторические хроники, а также изменения количества и разнообразия костей в доисторических отложениях рассказывают нам, что к моменту появления на острове капитана Кука жители Мангаиа съели всех своих свиней, собак и, возможно, даже всех кур. Рацион питания на острове Мангаиа начал радикально меняться – и не к лучшему.

Раскопки показали, что после того, как большинство источников белка исчезли, в отложениях, укрытых под доисторическими скалами, начали преобладать обугленные крысиные кости. В начале XIX в. миссионер Джон Уильямс писал, что крысы – излюбленный продукт питания на Мангаиа. «Туземцы говорят, что они чрезвычайно “сладкие и вкусные”; в самом деле, когда они толкуют о чем-либо очень приятном на вкус, самое распространенное их выражение: “Сладкий, как крыса”»¹. При раскопках укрытых скалами отложений, относящихся примерно к 1500 г. н. э., попадаются обуглившиеся, раздробленные, обглоданные человеческие кости, свидетельствуя о напряженном соперничестве из-за ресурсов всего за несколько столетий до контакта с европейцами. Постоянные войны, правление с позиций силы, культура террора – вот характеристики последнего этапа жизни общества острова Мангаиа перед этим контактом.

Реконструкции развития человеческого общества на Мангаиа зеркально отображают процессы, происходившие на острове Пасхи, только в меньших масштабах. Начав, вероятно, с нескольких десятков колонистов приблизительно в 500 г. до н. э., население острова постепенно выросло в 1500 г. н. э. до примерно пяти тысяч человек. Его численность резко снизилась за последующие два столетия, достигнув низшей отметки вскоре после контакта с европейцами, а затем снова увеличилась до современного уровня в несколько тысяч человек.

Экологическое и культурное развитие Тикопиа, протектората Британии в составе Соломоновых островов, являет полную противоположность острову Мангаиа несмотря на очень

схожую предысторию. Занимая площадь менее двух квадратных миль, Тикопиа уступает размерами Мангаиа. Даже с учетом этого факта оба острова обеспечивали существование примерно одинаковому количеству жителей на момент контакта с европейцами. При том, что плотность населения Тикопиа была в пять раз выше, более тысячи лет там функционировало сравнительно стабильное и мирное общество. Этот крошечный островок может служить образцом устойчивого сельского хозяйства и обнадеживающим примером культурной адаптации к ограниченными ресурсам.

Землепользование на Тикопиа начиналось во многом так же, как и на Мангаиа. После того, как около 900 г. до н. э. там появились люди, в результате распространявшейся по острову практики вырубki леса, его сжигания и обработки расчищенной земли интенсивность эрозии увеличилась, а численность местной островной фауны начала сокращаться. Через семь столетий жизни на острове его обитатели стали активнее разводить свиней, очевидно, чтобы компенсировать исчезновение птиц, моллюсков и рыбы. Однако потом вместо того, чтобы последовать по стопам жителей островов Мангаиа и Пасхи, тикопианцы избрали совсем другой путь.

Во втором тысячелетии своей жизни на острове тикопианцы приступили к преобразованию своей сельскохозяйственной стратегии. Растительные останки, найденные в отложениях, свидетельствуют о введении в культуру древесных растений. Снижение высокого содержания микроскопических частиц древесного угля говорит о том, что время подсечно-огневого земледелия подошло к концу. На протяжении многих поколений тикопианцы превращали свой мир в огромный сад, где верхний ярус образовывали кроны кокосовой пальмы и хлебного дерева, а нижний – ямс и гигантское болотное таро. Примерно к концу XVI в. вожди островитян запретили на своих землях свиноводство, так как свиньи наносили ущерб столь важным для туземцев садам.

Помимо распространившейся по всему острову системы многоярусных садов и полей экономика Тикопиа поддержала и социальная адаптация общества. Решающим фактором стала

религиозная идеология островитян, диктовавшая стремление к нулевому приросту населения. Под руководством совета вождей, следивших за соблюдением баланса между населением и природными ресурсами, тикопианцы практиковали драконовские меры по контролю численности жителей, включавшие безбрачие, контрацепцию, аборт, детоубийства, а также насильственную (и, почти неотвратимо, самоубийственную) эмиграцию.

Прибытие миссионеров с Запада нарушило равновесие между тикопианским населением и его продовольственной базой. После того как миссионеры объявили традиционный демографический контроль вне закона, численность островитян всего за два десятилетия упала на 40%. Когда два года подряд циклоны уничтожали половину урожаев на острове, только широкомасштабная помощь в преодолении последствий бедствия предотвратила голод. Впоследствии островитяне возобновили политику нулевого прироста населения, в этот раз основанную на более понятной Западу практике отправки поселенцев на другие острова с целью колонизации.

Почему тикопианцы выбрали путь, разительно отличавшийся от процессов, которые происходили на островах Мангаиа и Пасхи? Несмотря на сходные условия среды и сравнимые природные ресурсы, общества, колонизовавшие эти острова, постигли совершенно разные судьбы. Остров Тикопиа постепенно превратился в идиллический рай, в то время как Мангаиа и остров Пасхи скатились к перманентной войне. Не забывая о том, что утопическая система Тикопиа действовала за счет человеческих жизней, не состоявшихся или прерванных во имя контроля численности населения, мы с полным правом можем спросить себя, кто же в итоге заплатил более высокую цену. Тем не менее, тикопианское общество тысячелетиями процветало в полной изоляции на своем крошечном клочке земли.

Существенное несходство судеб этих островов определялось их почвами. Глубоко выветренные почвы на склонах центральной вулканической части острова Мангаиа бедны питательными веществами. Острые коралловые откосы под-

нявшегося со дна рифа вообще лишены почвы. Тикопия, напротив, имеет в наличии молодые и богатые фосфором почвы вулканического происхождения. Более высокая природная пластичность почв на Тикопия – из-за стремительного выветривания горных пород с высоким содержанием питательных веществ – позволила жителям острова сберечь основные их питательные свойства; эксплуатация земли велась примерно с той же интенсивностью, с какой проходило восстановление питательных веществ за счет подстилающих пород в рамках системы интенсивного многоярусного садоводства, сохраняющего верхний слой почвы.

Расшифровав экологические истории Тикопия и Мангаиа, Патрик Кирх заподозрил, что географический масштаб также повлиял на социальный выбор, сформировавший общественные системы обоих островов. Тикопия – достаточно маленький остров, где каждый обитатель знаком со всеми остальными. Кирх предполагает, что отсутствие на острове незнакомцев способствовало коллективному принятию решений. Размеры же более крупного острова Мангаиа, по его мнению, были как раз такими, чтобы спровоцировать разделение по принципу «мы – они», из-за чего и возникла конкуренция, а вслед за ней и военное противостояние между жителями соседних долин. Общество, сформировавшееся на острове Пасхи, было более многочисленным и менее сплоченным, что привело к еще более катастрофическим результатам. Если Кирх прав, и более многочисленные общественные системы создают предпосылки к тому, что жестокая конкуренция стремится возобладать над коллективным компромиссом, нам следует трезво осмыслить свои глобальные перспективы в плане налаживания жизни на нашем островке во вселенной.

История непоправимой утраты почвы в результате колонизации островов типична не только для южной части Тихого океана. Колонизация викингами Исландии в 874 г. н. э. стала катализатором катастрофической эрозии почв, которая продолжается до сих пор. Поначалу новая колония процветала за счет скотоводства и выращивания пшеницы. К 1100 г. н. э. насе-

ление выросло почти до восьми тысяч человек. Однако к концу XVIII в. численность населения острова упала до половины средневекового уровня. Похолодание во время Малого ледникового периода, продолжавшегося примерно с 1500 г. н. э. и до 1900 г., конечно, повлияло на судьбу исландской колонии. Но и почвенная эрозия внесла свою лепту.

В период первоначальной колонизации значительная часть Исландии была покрыта лесом. В конце XII в. Ари Мудрый в своем труде «*Íslendingabók*» («Книга об исландцах») описывал остров как землю «покрытую лесами от самых гор до морских берегов»². С тех пор, как там появились первые поселения, Исландия утратила больше половины своего растительного покрова. Аборигенный березовый лес, покрывавший тысячи квадратных миль, сейчас занимает менее 3% своей первоначальной площади.

Со временем отары овец стали все настойчивее разрушать местный ландшафт. К началу XVIII в. на исландских лугах паслось более четверти миллиона овец. В XIX в. их поголовье выросло более чем вдвое. В описаниях путешественников Исландия представляла оголенной землей, лишенной деревьев. Разрушительные климатические условия в сочетании с повсеместным стравливанием пастбищ привели к сильнейшей эрозии и заброшенным хозяйствам. Сегодня три четверти территории Исландии, занимающей площадь 40 тыс. квадратных миль, подвергается губительному воздействию почвенной эрозии; семь тысяч квадратных миль земли так сильно эродировали, что теперь их нельзя использовать.

Как только склоны исландских холмов лишились лесного покрова, сильные ветра с покрытых льдом горных вершин в центре острова помогли очистить от почвенного слоя примерно половину тех площадей, которые когда-то были покрыты лесом. Огромные отары овец разрушали почву, позволяя ветрам и дождям обнажать подстилающие породы, последний раз выходявшие на поверхность после таяния ледников. Почвы, формировавшиеся на протяжении тысячелетий, исчезли за несколько веков. Полностью утратившая почвенный покров

центральная часть острова сегодня представляет собой голую пустошь, на которой ничего не растет и никто не живет.

Некоторые районы подверглись эрозии вскоре после прибытия викингов. Во времена относительного потепления в XI–XII вв. перед наступлением Малого ледникового периода из-за серьезной эрозии почв были заброшены многие крестьянские подворья во внутренней части острова и некоторые хозяйства на побережье. Позже эрозия в низинных районах острова затронула главным образом хозяйства на малоплодородных землях.

В поисках ответа на вопрос, почему хозяева оставляли свои земли, предлагались самые разные теории. Внутренние области острова были покинуты земледельцами еще несколько столетий тому назад, а некоторые долины вообще обезлюдели. До недавних пор это объясняли в первую очередь ухудшением климатических условий и сопутствующими эпидемиями. Последние исследования, однако, пролили свет на ту роль, которую сыграла сильнейшая эрозия почв в процессе превращения обрабатываемых и пастбищных земель в пустоши. Историю исландских почв можно проследить по слоям вулканического пепла. Частые извержения вулканов оттиснули на исландской грязи геологический штрих-код. С каждым выбросом пепел покрывал те почвы, на которые оседал. Эти слои постепенно входили в состав почвенного профиля по мере того, как ветер приносил новую грязевую взвесь и покрывал ею поверхность земли.

В 1638 г. епископ Гисли Оддсон описывал слои вулканического пепла в составе исландских почв. Наблюдательный епископ заметил, что толстые слои пепла разделяли почвенные пласты, в которых иногда попадались укорененные пни древних деревьев. Со времен Оддсона признано, что сотни вулканических извержений после последнего оледенения образовали высокодисперсные почвы, которые легко эродировали, когда остров продувался сильными ветрами. Переносимый ветром материал накапливался там, где растительность стабилизировала поверхность грунта; здесь он смешивался со сло-

ями вулканического пепла и формировал исландские почвы. Судя различным слоям, за много веков создавшим почвенные профили острова, исландские почвы каждую тысячу лет тучнели примерно на полфута или где-то на полдюйма в столетие. Утрата растительности не только ускоряет процесс эрозии, но и не дает почве накапливаться, так как на поверхности земли не остается ничего, что бы удерживало вулканический пепел и переносимые ветром осадочные частицы.

В доисторические времена сравнительно рыхлый грунт, консолидированный густой природной растительностью, медленно формировался на поверхности более плотных пластов лавы и ледникового тила (неслоистая смесь глины, песка и гальки, представляющая собой отложения отступающих ледников). В тех районах, где почва осела прямо на поверхность тила, ее пласт непрерывно нарастал в течение десяти тысяч лет. В некоторых местах незащищенные слои почвы и пепла сохраняют свидетельства эрозии, случившейся еще до появления викингов – в те периоды, когда ухудшившийся климат подвергал стрессу аборигенную флору Исландии. Сочетание сраживания пастбищ и ухудшения климата в Малый ледниковый период дало толчок самому масштабному распространению почвенной эрозии в истории Исландии послеледниковой эпохи.

Лето в Исландии очень светлое, и овцы пасутся двадцать четыре часа в сутки, не обходя стороной ни вересковые пустоши, ни заболоченные места. В результате вытаптывания появляются оголенные участки диаметром до нескольких футов. Лишенные плотной дернины исландские вулканические почвы плохо сопротивляются ветрам, дождям и снеготаянию. Небольшие участки незащищенного грунта быстро эродировать до скальной породы или ледникового тила, обнажая мелкие утесы высотой от одного до почти десяти футов в зависимости от глубины почвенного слоя в том или ином месте. Не успев начаться, процесс образования этих миниатюрных эскарпов распространяется по всему ландшафту, поглощая все оставшиеся холмики почвы и превращая богатые лугопастбищные угодья в выветренные равнины, покрытые вулканической теф-

рой и фрагментами скальных пород. Эрозия почв, начавшаяся еще во время древнескандинавского заселения острова, лишила первоначального почвенного покрова примерно половину его территории. Несмотря на то, что на этот процесс повлияло много факторов, основной причиной обычно считается стравливание овцами. Черви, может быть, и создали дарвиновскую Англию (как только ледники сделали свое дело), но Исландию сформировали именно овцы.

Почвенные останцы – исландцы называют их «ровабарды» (rofabards) – свидетельствуют, что эрозия ежегодно приводила к потере от полудюйма до одного фута грунта. В среднем, распространение ровабардов связано с ежегодными потерями 0,2–0,5% почвенного покрова в тех районах, на территории которых сегодня встречаются ровабарды. При таких темпах потребуется всего лишь еще несколько сот лет, чтобы окончательно ликвидировать всю покрывающую остров почву. Начиная со времени первых поселений викингов эрозия, приведшая



Рисунок 25. Профессор Ульф Хельден стоит на вершукке ровабарда, последнего оплота почвы, ранее покрывавшей всю окружающую равнину Исландии (снимок любезно предоставлен проф. Хельденом, Лундский университет).

к образованию ровабардов, лишала почвенного слоя примерно пять квадратных миль земли в год. Исландские ученые опасаются, что многие области страны уже перешагнули порог, за которым неизбежна дальнейшая эрозия. Им также известно, что без почвы земля становится практически бесполезной.

Даже при том, что Исландия утратила 60% своего растительного покрова и 96% покрова лесного, через 1100 лет после заселения острова многим исландцам трудно представить себе, что современная пустошь когда-то была покрыта лесом. Большинство даже не осознают, сколь вопиюще деградировал их родной ландшафт. Как и на острове Пасхи, представление людей о том, что нормально, а что нет, эволюционирует вместе с землей – если перемены происходят достаточно медленно.

Карибские острова Гаити и Куба демонстрируют еще один впечатляющий пример того, как по-разному островные нации обращаются со своими почвенными ресурсами. Гаити, что на местном аравакском наречии означает «зеленый остров»,

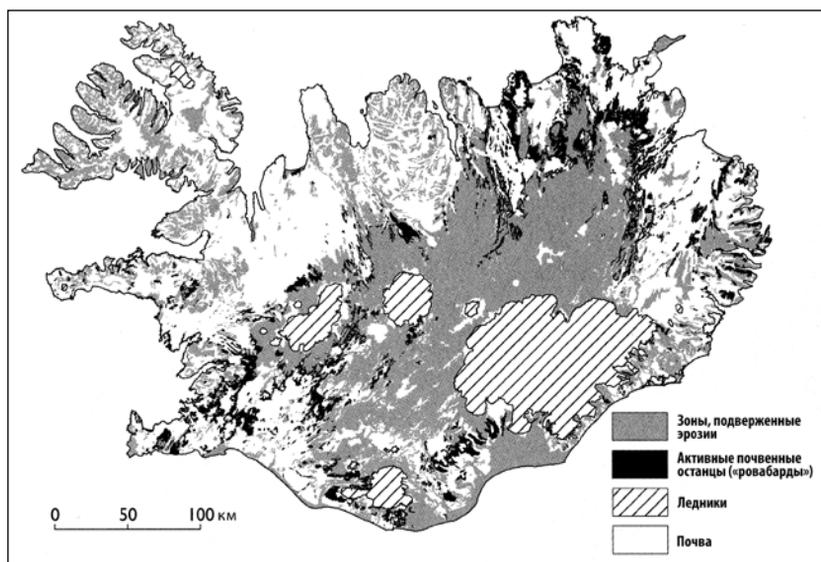


Рисунок 26. Карта Исландии, показывающая размеры площадей, подвергшихся значительной или сильнейшей эрозии, зоны глетчерного льда и не затронутые эрозией почвы (составлена на основе данных, любезно предоставленных Эйнарм Гретарссоном).

представляет собой современную модель того, как деградация земель может поставить страну на колени. На примере Кубы можно судить о способности нации под давлением обстоятельств трансформировать привычную агросистему в образцовую с точки зрения обеспечения населения продовольствием без доступа к нефти.

История Гаити, государства в западной трети территории острова Эспаньола, доказывает, что мелкие хозяйства по склонам холмов способны вызвать опустошительные потери почвы даже в отсутствие разрушительных ураганов. В течение 25 лет после того, как в 1492 г. Колумб открыл Эспаньолу, испанские переселенцы истребили туземное население острова. Два века спустя, в 1697 г. испанцы уступили восточную треть острова французам, которые начали ввозить африканских рабов для работы на лесозаготовках и плантациях сахарного тростника, обслуживавших европейские рынки. Трудившиеся в колонии полмиллиона рабов в конце XVIII в. восстали, а в 1804 г. Гаити стала первой в мире республикой освобожденных от рабства граждан, которая объявила независимость – причем от Франции, первой европейской республики.

Последующая сельскохозяйственная обработка крутых уклонов превратила примерно треть страны в голые каменистые откосы, непригодные для земледелия. В колониальные времена поступали сведения о масштабной эрозии на возвышенностях, занятых плантациями кофе и индигоферы: плантаторы могли рассчитывать только на три урожайных года на горных полях. Активная распашка крутых склонов возобновилась в середине XX в., когда в горы вернулись крестьяне, жившие натуральным хозяйством. К 1990 г. Гаити лишилась 98% своих тропических лесов. Обычные меры по борьбе с эрозией, такие как обваловка зяби или создание небольших террас с помощью свай, удерживающих грунт по контуру возвышенности, оказались недостаточно эффективными, чтобы взять под контроль склоновую эрозию на крутых косогорах.

Смыв почвы с возвышенностей в сезон дождей настолько интенсивен, что бульдозеры работают как тропические сне-

гоуборочные машины, расчищая улицы столицы республики, города Порт-о-Пренса. По оценкам ООН, утрата верхнего слоя почвы на территории площадью не меньше, чем полстраны – настолько серьезная проблема, что делает земледелие невозможным. Агентство США по международному развитию докладывало в 1986 г., что примерно треть Гаити поражена сильнейшей эрозией и практически стала стерильной из-за потерь почвогрунта. Фермеры обрабатывали площади в шесть раз больше, чем занимает пригодная для сельского хозяйства земля. По оценке Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, в 80-е гг. почвенная эрозия ежегодно приводила в негодность 6 тыс. гектаров пахотной земли. Оценки оставшейся площади «хороших» сельскохозяйственных угодий, сделанные за последние несколько десятилетий, показывают ее непрекращающееся сокращение на несколько процентов в год. Сегодня, когда всего чуть более 50% потенциально пригодных для обработки земель острова еще можно использовать под посевы, растущее население республики уже не способно себя прокормить.

Процветание закончилось вместе с верхним слоем гаитянской почвы. Когда натуральные хозяйства в буквальном смысле прекратили свое существование, многие сельские семьи принялись валить последние оставшиеся деревья, чтобы на средства, полученные от продажи древесного угля, покупать себе еду. Отчаявшиеся крестьяне массово мигрировали в города, где образовались огромные скопления трущоб – именно там зрело неповиновение, приведшее в 2004 г. к свержению правительства.

Губительная потеря почвы на Гаити – это не просто наследие колониальной эпохи. Распределение земли на острове опиралось на принципы равноправия в гораздо большей степени, чем в любой другой латиноамериканской стране. Добившись независимости, гаитянское правительство конфисковало колониальные поместья, и освобожденные рабы начали обрабатывать невостребованные земли. В самом начале XIX в. президент Гаити раздал по пятнадцать с лишним

гектаров земли каждому из около десяти тысяч претендентов. С той поры земельные владения, как правило, дробились при передаче по наследству, так что в течение нескольких столетий, по мере роста численности населения, площадь среднестатистического крестьянского хозяйства уменьшалась, составив к 1971 г. менее полутора гектаров. Учитывая, что среднестатистическая семья состояла из 5–6 человек, на одного человека приходилось от 0,25 до 0,3 гектара земли. Более трех четвертей сельских семейных подворий Гаити находятся ниже уровня бедности, а две трети не дотягивают до минимальной нормы питания, установленной Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН. Все опять как в Ирландии, только на этот раз без лендлордов.

По мере роста численности населения земля, переходившая по наследству от одного поколения к другому, делилась на более мелкие наделы, которые со временем стали слишком малы, чтобы позволить владельцам держать землю под паром. Снижающаяся доходность фермерских хозяйств негативно повлияла на возможности инвестирования в почвозащитные мероприятия. Беднейшие крестьяне, неспособные обеспечить свои семьи, начали расчищать более крутые склоны – единственные земли, не включенные пока в сельскохозяйственное производство – с тем, чтобы снова начать производственный цикл на земле, способной протянуть не более чем несколько лет. Со временем нехватка пахотных угодий и усугубляющаяся нищета сельского населения вынуждала крестьян бросать свое натуральное хозяйство, спускаться с холмов и отправляться в поисках заработка в Порт-о-Пренс, где высокая концентрация отчаявшихся людей в трущобах стала предвестником трагических событий гаитянской гражданской войны.

В Республике Гаити большинство крестьян являются собственниками своих небольших хозяйств. Такие мелкие хозяйства сами по себе не в состоянии остановить эрозию. Когда хозяйство настолько уменьшается в размерах, что уже невозможно заработать средства к существованию, вряд ли кто будет тратить силы на сохранение почвы. На Кубе, которую от-

деляет от Гаити всего пятьдесят миль Наветренного пролива, после развала СССР начался уникальный сельскохозяйственный эксперимент. До кубинской революции 1959 г. горстка людей, контролировавших четыре пятых земли острова, занималась ориентированным на экспорт агропроизводством на крупных плантациях, где выращивался главным образом сахарный тростник. Хотя на оставшейся одной пятой обрабатываемых земель крестьяне все еще вели натуральное хозяйство, Куба производила всего лишь менее половины своего продовольствия.

После революции новое правительство, следуя своим представлениям о прогрессе социалистической экономики, продолжило финансировать крупномасштабное промышленное монокультурное производство экспортных культур – в первую очередь сахара, приносившего три четверти дохода от кубинского экспорта. Сахарные плантации на Кубе были самыми механизированными хозяйствами в Латинской Америке, больше напоминавшими фермы Калифорнийской долины, чем поля на склонах гаитянских холмов. Сельскохозяйственное оборудование, топливо для техники, удобрения, пестициды, а также больше половины всех объемов потребляемого продовольствия, импортировались из стран социалистического лагеря – торговых партнеров Кубы. Прекращение поставок из СССР и продолжавшееся торговое эмбарго со стороны США ввергли Кубу в продовольственный кризис. В отсутствие импортных продуктов и удобрений средний рацион кубинца потерял почти треть калорий и белков: в период с 1989 по 1994 г. его калорийность снизилась с 3000 калорий в день до 1900.

Развал Советского Союза привел к почти 90-процентному падению объемов внешней торговли Кубы. Импорт удобрений и пестицидов снизился на 80%, импорт нефти – на 50%. Запчасти для сельскохозяйственной техники достать было невозможно. Редакторская колонка «New York Times» предрекала неизбежное крушение режима Кастро. Прежде одна из самых накормленных наций Латинской Америки, Куба все же не скатилась до уровня Гаити – но и не намного его превосходила.

В условиях изоляции, с учетом того, что режим питания каждого гражданина сократился на один прием пищи, сельскому хозяйству Кубы требовалось вдвое увеличить выход продовольственной продукции при двукратном урезании вложений, необходимых для традиционного агропроизводства.

Перед лицом этой дилеммы Куба начала поразительный аграрный эксперимент, ставший первым в мире испытанием альтернативных методов ведения сельского хозяйства на государственном уровне. Кубинское правительство приказало бюджетным научно-исследовательским учреждениям приступить к изучению альтернативных путей, способных уменьшить негативные экологические последствия, повысить плодородие почвы и увеличить урожай. Через полгода после развала СССР Куба разрешила приватизацию индустриализированных государственных хозяйств; существовавшие на бюджетные средства агрокомплексы были поделены между трудившимися там работниками, что привело к созданию целой сети мелких ферм. Финансируемые государством рынки фермерской продукции обеспечили крестьянам более высокие прибыли, отказавшись от услуг перекупщиков. Масштабные государственные программы содействовали развитию органического земледелия и мелких хозяйств на неиспользуемых территориях в черте городов. При отсутствии доступа к удобрениям и пестицидам продовольственная продукция, выращенная в новых небольших частных хозяйствах и на крошечных городских приусадебных участках, стала органической не по выбору, но по необходимости.

Решая задачу замены вложений, необходимых для традиционного агропроизводства, но попавших под эмбарго, на наукоемкую агротехнику, научно-исследовательская инфраструктура страны приступила к экспериментированию с альтернативными подходами, которые не развивались в период зависимости от советской помощи, но в новой реальности стали доступны для широкого и незамедлительного внедрения.

Куба взяла на вооружение более трудоемкие технологии взамен крупногабаритной техники и химикатов, однако сель-

скохозяйственная революция на Кубе означала не просто возвращение к старым традициям земледелия. Органическое сельское хозяйство – более сложный механизм. Вы не можете просто вручить кому-то мотыгу и приказать ему накормить пролетариат. Кубинская аграрная перестройка базировалась на научной основе ничуть не в меньшей степени, чем техноемкое механизированное агропроизводство советской эпохи. Разница состояла в том, что привычный подход строился на основе прикладной химии, в то время как новый – на прикладной биологии или, иными словами, на агроэкологии.

Выбрав направление, во многом противоположное зеленой революции, глобально преобразившей сельское хозяйство с помощью ирригации, нефти, химических удобрений и пестицидов, кубинское правительство адаптировало свою сельскохозяйственную отрасль к местным условиям и разработало биологические методы повышения урожайности и борьбы с болезнями и вредителями. Оно создало сеть местных бюро консультаций по сельскохозяйственным вопросам, насчитывавшую более двухсот единиц, которая охватывала всю страну и оказывала фермерам консультативную помощь в выборе малозатратных беспашотных приемов земледелия, а также биологических способов борьбы с вредителями.

Куба прекратила экспорт сахара и снова начала производить продовольствие для своего населения. Через десяток лет рацион питания кубинца вернулся на прежний уровень, причем без импортных продуктов питания и без агрохимикатов. Кубинский опыт показывает, что агроэкология способна стать эффективной основой для сельского хозяйства без использования промышленных или биотехнологических методов. Торговое эмбарго США непреднамеренно превратило Кубу в экспериментальный полигон для альтернативного земледелия в масштабе всей страны.

Некоторые видят в кубинском феномене модельный образец использования адаптированного к местным условиям экологического подхода, построенного на научной основе, который способен заменить стандартную механизацию и агрохи-

мию в обеспечении населения земного шара продовольствием. Решение этой задачи, в их представлении, заключается не просто в производстве дешевых пищевых продуктов, но в том, чтобы дать возможность мелким хозяйствам – а следовательно и фермерам – развиваться в сельской местности и даже в городах. Везде на острове появились тысячи коммерческих садовых участков в городской черте, сотни – только в Гаване. Намеченные для развития земельные угодья были превращены в садово-огородные хозяйства, поставлявшие собранные урожаи на рынки, где население покупало помидоры, салаты, картофель и другую продукцию растениеводства. К 2004 г. ранее не эксплуатировавшиеся земельные участки Гаваны почти полностью удовлетворяли потребность города в овощах.

Переход Кубы от привычного агропроизводства к широко-масштабному полуорганическому земледелию показывает, что подобный переход возможен – при условии режима диктатуры в стране, изолированной от глобальных рыночных механизмов. Все же результаты впечатляют не до конца: по прошествии почти двух десятилетий после такого вынужденного эксперимента дефицит мяса и молока остается.

Трудоемкий процесс земледелия на Кубе не позволял выращивать основные сельхозкультуры так же дешево, как это делало американское промышленное агропроизводство, однако в ежедневный рацион питания среднестатистического кубинца вернулся утраченный ранее третий прием пищи. И все-таки по иронии судьбы именно этот изолированный остров в процессе отступления от социалистической повестки дня стал первым современным обществом, повсеместно внедрившим органическое и биоинтенсивное земледелие. Далекое не добровольное в силу сложившихся обстоятельств движение Кубы к самообеспечению сельскохозяйственной продукцией создает представление о том, что может произойти в более широком масштабе, как только мы сожжем последние запасы дешевой нефти – движущей силы современного агропроизводства. Несколько успокаивает тот факт, что по крайней мере на одном отдельно взятом острове такой эксперимент уже провели, причем без

социальных потрясений. Менее утешительным представляется вопрос о том, возможно ли осуществить нечто подобное в обществе, не являющемся ни однопартийным, ни репрессивным.

После знаменитой побывки Дарвина на Галапагосах изолированность островов сыграла значительную роль в теории биологии. Тем не менее, только в последние несколько десятилетий подобные идеи проникли в область антропологии. Может быть, когда-нибудь люди отправятся в космос с целью колонизации иных миров, однако подавляющее большинство в обозримом будущем останется пленниками нашей планеты. И хотя повторение судьбы Гаити, Мангана, острова Пасхи в глобальном масштабе ни в коем случае нельзя считать неизбежным, опыт, накопленный островными нациями по всему миру, напоминает нам, что Земля в конечном итоге тоже остров, оазис в космическом пространстве, гостеприимный только благодаря тоненькой оболочке почвы, которая, если исчезнет, сможет восстановиться лишь в сроки, определяемые шкалой геологического времени.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ



Срок жизни цивилизаций

Побеседуй с землею, и наставит тебя...

Иов 12:8



ЧЕРЕЗ ДВА СТОЛЕТИЯ ПОСЛЕ СВОЕГО ЗАРОЖДЕНИЯ опровергающие друг друга концепции мальтузианского пессимизма и годвиновского оптимизма продолжают раздувать огонь дискуссий о том, будут ли технологические инновации и впредь удовлетворять растущим сельскохозяйственным потребностям общества. Чтобы избежать значительного спада производства продовольствия после того, как иссякнут запасы ископаемого топлива, потребуются либо коренная реструктуризация аграрной отрасли, направленная на поддержание плодородия почв, либо, если сохранится наша зависимость от химических удобрений, разработка новых мощных источников дешевой энергии. В любом случае, если мы по-прежнему будем потворствовать эрозии почв, совершенно ясно, что ждет нас в будущем.

Чтобы оценить, какое количество народа может прокормить Земля, нужно принять допущения об оптимальном соотношении между численностью населения, качеством жизни и качественными компонентами окружающей среды, такими как биоразнообразие. Большинство демографических расчетов предполагают, что к концу этого века население планеты составит более десяти миллиардов. Независимо от того, разделяем ли мы оптимизм Национальной конференции католических епископов, считающих, что мировая экономика без труда обеспечит жизнь сорока миллиардов людей, или точку

зрения Теда Тернера, убежденного, что и четырехсот миллионов слишком много, обеспечение продовольствием хотя бы среднего арифметического этих двух чисел представляется неразрешимой задачей. Даже если бы мы нашли способ сохранить общемировую фотосинтетическую продуктивность на уровне тех 40%, которые сегодня питают человечество, нам бы удалось обеспечить жизнь пятнадцати миллиардов людей – но только их, и больше никого.

Авторитетные ученые тоже не согласны друг с другом по вопросу продовольственного потенциала планеты Земля. Норман Борлоуг, первопроходец зеленой революции и нобелевский лауреат, утверждает, что Земля способна обеспечить пищей десять миллиардов своих жителей, хоть и признает, что это невозможно без серьезных достижений в развитии агротехники. А ведь он тот самый человек, который предупреждал в своей нобелевской речи, что зеленая революция подарила нам всего несколько десятилетий для того, чтобы решить проблему перенаселения. Теперь, спустя три десятка лет, он верит, что ученые, словно фокусники, извлекают из шляпы новых кроликов. На противоположной позиции стоят биологи Стэнфордского университета Пол и Энн Эрлих, полагающие, что мы уже вышли за пределы потенциальной емкости нашей планеты, которые они установили на отметке примерно трех миллиардов. По их мнению, мы уже сделали все, чтобы сделать катастрофу неминуемой.

Независимо от того, кто из них прав, ключевым моментом любого долгосрочного сценария должно стать реформирование сельского хозяйства как в развитых, так и в развивающихся странах. Фермеры, занятые в привычном нам промышленном агропроизводстве, приносят в жертву почву во имя максимального увеличения краткосрочных прибылей для выплаты арендной платы, погашения долгов по ссудам за технику, покупки пестицидов и удобрений. Малоимущие крестьяне эксплуатируют почву потому, что вынуждены обрабатывать слишком маленькие клочки земли, чтобы прокормить свои семьи. Однако, если подспудные экономические и социальные проблемы

трудноразрешимы, то долгосрочное обеспечение продуктивности сельского хозяйства в развитых и развивающихся странах все-таки зависит от сохранения плодородной почвы.

Невосстановимая в человеческом летоисчислении почва представляет собой комплексную гибридную систему – важнейший ресурс, скорость воспроизведения которого сопоставима разве что со скоростью движения ледников. Как и многие экологические проблемы, решать которые тем труднее, чем дольше их не замечаешь, эрозия почв таит угрозу для основ цивилизации, пусть даже на временной шкале этой угрозы деления не столь мелкие, как на той, которая определяет сроки жизни общественных институтов. И все же, пока почвенная эрозия продолжает опережать почвообразование, возникновение ситуации, когда сельское хозяйство уже не сможет обеспечить пищей растущее население – это просто вопрос времени.

На пике своего могущества Римская империя использовала рабский труд для работы на плантациях, заменив им консервативное земледелие граждан–аграриев времен республики. Перед Гражданской войной население американского Юга пристрастилось к таким же методам, разрушая тем самым плодородие своих земель. В обоих случаях губительная для почвы практика укоренилась из-за того, что землевладельцы и хозяева плантаций соблазнились прибыльностью товарных культур. Потеря почвы была слишком медленным процессом, чтобы привлечь к себе внимание общества.

Имеется множество доводов в пользу немногочисленного, более эффективного правительства; рыночные механизмы могут стать настоящей движущей силой большинства общественных институтов. Сельское хозяйство не входит в их число. Для поддержания нашего коллективного благополучия нужна приоритизация долгосрочной заинтересованности общества в охране почв – это вопрос первостепенной важности для нашей цивилизации. Мы просто не можем позволить себе рассматривать сельское хозяйство только как еще один вид бизнеса, так как экономические выгоды от сохранения почв смогут проявиться только спустя десятилетия после введения почвозащит-

ных мер, а цену хищнической эксплуатации почвы придется платить всем.

Концепция свободных рынков, труда, земли и капитала развивалась параллельно со спорной теорией Мальтуса. В 1776 г. Адам Смит, отец современной экономической теории, написал «Исследование о природе и причинах богатства народов». В этой работе он утверждал, что конкуренция между людьми, преследующими свои частные интересы, будь то покупатели или продавцы, принесет огромнейшую общественную выгоду. Минувшие столетия недвусмысленно доказали, что саморегулирующиеся свободные рынки способны эффективно устанавливать цены и предоставлять товары в соответствии со спросом. Однако даже Смит признавал, что для того, чтобы сориентировать рынки в направлении ожидаемых результатов, нужно государственное регулирование.

Почти беспрекословно принятая западными обществами классическая экономика, выросшая из предложенных Смитом идей, а также такие ее разновидности, как кейнсианство, не берут в расчет фундаментальную проблему истощения ресурсов. Они разделяют ошибочное допущение, что стоимость конечных ресурсов эквивалентна стоимости их использования, добычи или замены другими ресурсами. Данная проблема является ключевой в контексте истощения почвы и ее эрозии с учетом долговременности процессов ее восстановления и отсутствия каких-либо жизнеспособных альтернатив для замены здоровой почвы.

Марксистская экономика разделяет эту сугобо ошибочную точку зрения. Маркс и Энгельс выводили стоимость товара из труда, вложенного в его производство. Для них степень усилий, которые необходимо приложить к обнаружению, добыче и эксплуатации ресурса, обуславливала последствия дефицита ресурсов. Сосредоточившись на обуздании природы в интересах пролетариата, они никогда не поднимали вопрос о том, что общество может остаться без жизненно важных ресурсов. Вместо этого Энгельс лаконично отверг проблему деградации почв. «Урожайность земли может быть бесконечно повышена

приложением капитала, труда и науки»¹. Вопреки сложившемуся суровому образу Энгельс явно был оптимистом.

В конечном итоге любая экономическая теория – капиталистическая или марксистская – подспудно предполагает, что ресурсы либо неисчерпаемы, либо бесконечно заменяемы. При любом из этих сценариев самым рациональным образом действия для тех, кто преследует свои частные интересы, станет простое игнорирование интересов последующих поколений. Экономические системы всех цветов и оттенков ориентированы на то, чтобы израсходовать конечные ресурсы и передать счет для оплаты следующим поколениям.

Обеспокоенность проблемой долгосрочной продуктивности почвы выражают практически все, кто изучал данный вопрос. Как правило, на повестке дня стоят другие задачи, более неотложные, чем сбережение какой-то грязи, что впрочем предсказуемо – и вполне понятно. Долгосрочные проблемы редко становятся объектом пристального внимания со стороны политиков, поглощенных преодолением целого ряда более насущных кризисных ситуаций. Когда земли много, не хватает стимулов для принятия почвозащитных мер. Людям свойственно замечать наличие проблемы, только столкнувшись с дефицитом того или иного ресурса. Вот тогда, как и в случае болезни, на которую не обращают внимания до наступления последней ее стадии, проблема превращается в кризис.

Подобно тому, как образ жизни человека влияет на ожидаемую продолжительность его жизни в пределах отпущенных человеку сроков, отношение общества к своим почвенным ресурсам определяет их долговечность. Ответ на вопрос, опережает ли эрозия почв почвообразование, а если да, то насколько, зависит от технологии, агротехники, климата и плотности населения. В самом широком смысле срок жизни цивилизации ограничен временем, которое требуется сельскохозяйственному производству, чтобы охватить все имеющиеся в наличии пахотные земли, а затем эродировать вместе с верхним слоем почвы. Время, которое требуется для восстановления почвенного слоя в конкретных климатических и геологических условиях,

определяет и сроки возрождения аграрной цивилизации – при условии, конечно, что почве будет позволено восстановиться.

Эта точка зрения подразумевает, что ожидаемая продолжительность жизни цивилизации зависит от отношения изначальной глубины почвы к общей скорости ее потери. Попытки сравнительного анализа зафиксированных в последнее время темпов эрозии и скорости долгосрочных геологических процессов выявили превышение первого параметра над вторым как минимум в два раза и как максимум в сто и более раз. Деятельность человека в несколько раз ускорила процесс эрозии даже в тех местах, где он практически не заметен, в то время как земли, где эта проблема стоит действительно остро, эродировать в сто, а то и в тысячу раз быстрее, чем это геологически оправдано. В среднем, по-видимому, человечество способствовало по меньшей мере десятикратному увеличению темпов эрозии почв на планете.

Несколько лет назад геолог Мичиганского университета Брюс Уилкинсон использовал данные о распределении и объеме осадочных пород для оценки темпов эрозии по геологической шкале времени. Он вычислил, что средняя скорость эрозии за последние 500 млн. лет составила примерно один дюйм в тысячелетие, однако сегодня эрозии требуется в среднем менее 40 лет чтобы сократить почвенный слой на возделанных полях на один дюйм – то есть более чем в двадцать раз быстрее, чем в ходе геологических процессов. Такое резкое ускорение эрозионных процессов ставит эрозию почв в ряд глобальных экологических кризисов. Несмотря на то, что ее последствия не столь наглядны, как в случаях с Ледниковым периодом или падением метеорита, она может привести к таким же катастрофическим результатам – со временем, конечно.

При скорости почвообразования в несколько дюймов за тысячу лет и темпах эрозии, в условиях общепринятого пахотного агропроизводства составляющих несколько дюймов за десятилетие, потребуется от нескольких сотен до пары тысяч лет, чтобы эрозия уничтожила от одного до трех дюймов почвенного профиля, типичного для ненарушенных земель

умеренных и тропических широт. Этот несложный расчет срока жизни цивилизаций на редкость точно прогнозирует историческую парадигму развития крупнейших цивилизаций всего мира.

За исключением плодородных речных долин, где и зародилось земледелие, цивилизации обычно существуют от восьмисот до двух тысяч лет, то есть примерно в течение жизни 30–70 поколений. В ходе исторического процесса общества развивались и процветали, пока имелись неосвоенные земли для распашки или пока почва оставалась плодоносной. Со временем, когда не оставалось ни того, ни другого, все разваливалось на части. Общества, процветавшие в течение более длительного времени, либо нашли способ сохранения своих почв, либо волею судьбы оказались в таких условиях окружающей среды, в которых почва воспроизводилась естественным путем.

Даже беглое ознакомление с историей дает понять, что в определенных обстоятельствах любое событие или череда событий, таких как политические беспорядки, климатические катаклизмы или хищническая эксплуатация ресурсов, могут привести общество к краху. Нужно с тревогой констатировать, что сегодня мы стоим перед потенциальной угрозой слияния всех трех факторов в наступившем новом веке, когда климатические изменения и истощение нефтяных ресурсов сталкиваются с ускоренной почвенной эрозией и потерей сельскохозяйственных угодий. Если производство удобрений или продовольствия в мире упадет, политическая стабильность вряд ли переживет эту беду.

Единственные пути в обход этого цикла взлетов и падений, характерного для аграрных обществ – это либо неуклонно уменьшать земельную площадь, необходимую для пропитания одного человека, либо ограничить численность населения и структурировать сельское хозяйство таким образом, чтобы можно было поддерживать баланс между почвообразованием и эрозией. Здесь можно выделить несколько альтернатив на ближайшую перспективу: можно вести борьбу за пахотные угодья по мере роста численности населения и снижения плодородия

почв; можно слепо верить в нашу способность и впредь повышать объемы урожаев сельхозкультур; наконец, можно найти баланс между процессами формирования почвы и ее эрозии.

Как бы мы ни поступили, нашим потомкам придется выбрать вариант, так или иначе предусматривающий поиски такого баланса – хотят они этого или нет. Сделав такой выбор, они реально столкнутся с тем, что зависимость сельского хозяйства от ископаемого топлива и удобрений зеркально отражает древний подход к земледелию, приведший к засолению почв в ползузасушливых зонах и потере почвенных ресурсов в ходе сельскохозяйственной экспансии из пойменных земель на склоны возвышенностей. Технологии, будь то новая конструкция плуга или генетически измененная культура, способны некоторое время способствовать развитию аграрной системы, однако чем дольше они применяются, тем труднее добиться устойчивости этой системы – особенно если эрозия продолжит опережать почвообразование.

Проблема отчасти заключается в разной оперативности, с какой цивилизации и люди реагируют на стимулы. Действия, оптимальные с точки зрения фермеров, не всегда отвечают интересам общества, членами которого они являются. Экология экономических систем, развиваясь постепенно и практически незаметно для отдельных наблюдателей, помогает определить срок жизни цивилизаций. Общества, истощающие природные запасы жизненно важных возобновляемых ресурсов – таких как почва – бросают в землю семена своего будущего краха, обусловленного отрывом экономики от своей основы, то есть от природных ресурсов.

Компактные социумы особенно уязвимы перед угрозой разрушения важнейших каналов жизнеобеспечения, таких как торговые отношения, или перед серьезными пертурбациями, вроде войн или стихийных бедствий. Более развитые общества, чьи ресурсы богаче и разнообразнее, имеют возможность незамедлительно отреагировать, посплав помощь жертвам катастроф. Однако их многомерность, приводящая к пластичности, способна также препятствовать адаптации и изменениям, создавая

социальную инертность, которая и обуславливает коллективно деструктивное поведение. Поэтому большие социумы с трудом приспособляются к медленным переменам и остаются уязвимыми перед лицом проблем, подтачивающих их фундамент, то есть таких, как почвенная эрозия. И наоборот, маленькие системы обладают адаптивностью к смене базовых координат, но весьма восприимчивы к серьезным катаклизмам. Все же в отличие от первобытных сообществ земледельцев, охотников и собирателей, которые были готовы к перемене мест сразу же, как только израсходуют ресурс своей земли, глобальная цивилизация не может себе этого позволить.

Размышляя о вероятных сценариях нашего будущего, первый вопрос, на который нам нужно найти ответ – сколько пригодной для обработки земли имеется в наличии и когда у нас закончится неиспользованная земля. В глобальном масштабе сегодня для сельскохозяйственных нужд используется около полутора миллиардов гектаров. Обеспечение продовольствием удвоенного населения планеты без дальнейшего повышения урожайности сельхозкультур потребует двукратного расширения обрабатываемых сегодня площадей. Однако мы уже лишились целинных земель, которые можно было бы долговременно использовать для агропроизводства. Подобные им обширные земельные площади остались только в зонах тропических лесов и субтропических лугов – например в Амазонии и Сахеле. Опыт показывает, что обработка таких маргинальных земель сначала будет рентабельной, но недолго, только до тех пор, пока быстрая деградация не истощит землю, после чего ее нельзя будет использовать, и она опустеет – если, конечно, населению будет куда переселиться. Когда вы летите рейсом из Нью-Орлеана в Чикаго или из Денвера в Цинциннати, посмотрите в иллюминатор. Все, что вы видите, уже освоено аграрной отраслью. Эти огромные пространства плодородного от природы грунта в буквальном смысле кормят весь мир. Предметы, возникающие вокруг любого города, свидетельствуют о том, что по мере роста численности населения мы продолжаем терять сельскохозяйственные угодья. С учетом того, что самая

лучшая для возделывания земля уже обрабатывается, экспансия сельского хозяйства в маргинальные районы скорее просто тактически отсрочит концовку, чем превратится в долгосрочную и жизнеспособную стратегию.

Во-вторых, нам нужно знать, сколько почвы требуется для поддержания жизнедеятельности одного человека и насколько мы можем уменьшить это количество. В отличие от общей площади пахотных земель, которая сильно различалась в разные времена и в разных цивилизациях, площадь земли, необходимой для пропитания одного человека, в ходе документально зафиксированного исторического процесса постепенно снижалась. В сообществах, занимавшихся охотой и собирательством, для пропитания одного человека требовалось от 20 до 100 гектаров земли. Переложная схема, характерная для подсечно-огневого земледелия, нуждалась в 2–10 гектарах для обеспечения одного человека. Более поздние оседлые сельскохозяйственные сообщества использовали уже в десять раз меньше земли для пропитания человека. По расчетам, от 0,5 до 1,5 гектаров пойменной земли требовалось одному жителю Месопотамии.

Со временем человеческая изобретательность увеличила производство продовольствия на наиболее интенсивно возделываемой, продуктивной земле, так что сегодня, когда население планеты составляет приблизительно 6 млрд. человек в расчете на 1,5 млрд. гектаров обрабатываемых земель, для жизнеобеспечения каждого требуется примерно 0,25 гектара. В тех регионах мира, где сельское хозяйство максимально интенсифицировано, для пропитания одного человека используется 0,2 гектара. Если поднять среднюю общемировую продуктивность сельского хозяйства до этого уровня, оно обеспечит 7,5 млрд. людей. Однако к 2050 г. площадь пригодной для обработки земли, по прогнозам, должна снизиться до менее 0,1 гектара на человека. Даже сохранение прежних объемов производства продовольствия потребует существенного повышения урожайности на гектар – а добиться такого повышения просто невозможно, несмотря на всю человеческую изобретательность.

До 1950 г. основной рост глобального производства продовольствия происходил за счет расширения площадей под сельскохозяйственными культурами и модернизации земледелия. После 1950 г. основной рост был обусловлен механизацией и более активным применением химических удобрений. Считается, что резкая интенсификация агротехники в период зеленой революции за прошедшие три десятилетия помогла отсрочить продовольственный кризис. В развивающихся странах агропроизводство, увеличившееся благодаря селекции высокоурожайных «чудо-сортов» пшеницы и риса, которые могли давать два–три урожая в год, требовало более активного применения химических удобрений и масштабных капиталовложений в ирригационную инфраструктуру. Внедрение отзывчивых на удобрения сортов риса и пшеницы в 50–70-х гг. XX в. повышало урожай более чем на 2% в год.

С тех пор, однако, подъем урожайности затормозился и буквально замер на мертвой точке. Небывалый послевоенный рост урожая сельхозкультур, очевидно, завершился. Урожай пшеницы в США и Мексике больше не увеличиваются. Урожай риса в Азии начинают падать. Видимо, продуктивность сельхозкультур стабилизировалась, достигнув технологического предела. Тридцатилетние эксперименты по определению реакции на азотные удобрения в Международном институте исследований риса на Филиппинах позволили установить, что более интенсивное внесение азота в почву требуется только для того, чтобы сохранить урожайность на прежнем уровне. «В лучшем случае нам удавалось удержать урожайность риса от падения невзирая на серьезные инвестиции в селекцию и агрономические исследования, направленные на улучшение техники возделывания культур»². Мы все еще ожидаем, что следующий инновационный ход взвинтит вверх производство продовольствия несмотря на то, что в реальности для удовлетворения прогнозируемого спроса на пшеницу, рис и кукурузу в ближайшие десятилетия потребуются дальнейший рост урожайности более чем на 1% в год. Чтобы добиться такого роста и сохранить урожайность на новом уровне с использовани-

ем привычной агротехники нужны кардинальные прорывные меры с учетом того, что сельскохозяйственная продуктивность приближается к биологическому пределу. Становится все труднее сохранить достигнутый уровень производства, не говоря уже об увеличении урожая.

Во второй половине XX в. производство продовольствия выросло вдвое большей частью благодаря тому, что объемы вносимых в почву азотных удобрений увеличились в семь раз, а фосфорных – в три с половиной раза. Повторить этот трюк просто не получится, так как внести можно только определенное количество удобрений, чтобы растения получили все, что смогут реально использовать. Даже трехкратное увеличение вносимых удобрений особо не поможет, если почва уже насыщена биологически усвояемым азотом и фосфором. Ввиду того что растения не усваивают до 50% азота из тех удобрений, которые сегодня используют фермеры, практически бессмысленно увеличивать их объем – даже если бы мы могли себе это позволить.

При выращивании продовольственных культур гидропонным методом, когда искусственный грунт насыщают водой и питательными веществами в лабораторных условиях, урожай может быть намного больше, чем на естественной почве, однако этот процесс требует использования больших объемов питательных веществ и энергии. В маленьких хозяйствах этот трудоемкий метод мог бы работать, однако он не поможет крупным агропромышленным комплексам накормить человечество без массивных и непрерывных поставок ископаемого топлива и ввоза добытых в других местах питательных веществ.

Наконец, самый незатратный – и самый впечатляющий – рост урожайности сельхозкультур произошел благодаря успехам селекции, но он, по всей видимости, уже в прошлом. С учетом того, что заданный природой генофонд уже подвергался интенсивному естественному отбору в течение миллионов лет, дальнейшие серьезные достижения в плане урожайности потребуют преодоления наложенных в процессе эволюции морфологических и физиологических ограничений. Рост уро-

жаев уже замедлился, в то время как стоимость исследований, призванных добиться хотя бы поэтапного увеличения продуктивности, взлетела до небес. Возможно, гениальная инженерия еще могла бы существенно повысить урожайность не только ценой вброса сверхконкурентоспособных сортов в аграрную и естественную среду с непредсказуемыми последствиями.

Тем временем мировые запасы зерна – то есть его объемы, имеющиеся в наличии в данный конкретный момент времени – снизились. Если в 2000 г. этих запасов хватило бы на год, то в 2002 г. они составляли уже менее четверти ежегодного потребления. Сегодня мир живет от урожая к урожаю точно так же, как китайские крестьяне в 20-х гг. XX в. Ничего себе – достижение!

Совершенно ясно, что прежние подходы работать не будут. Проецирование испытанных методов на будущее – это рецепт неуспеха. Нам необходима новая модель сельского хозяйства, новая философия земледелия. Нам нужна еще одна сельскохозяйственная революция.

Философ–аграрий Уэнделл Берри доказывает, что в основах экономик могут лежать либо индустриальные, либо аграрные идеалы и что аграрное общество не обязательно должно представлять собой натуральное хозяйство без технологических изысков и материального достатка. Индустриальные общества, по его мнению, базируются на производстве и использовании продукции, причем неважно, предназначена ли она для выживания (продовольствие) или изготовлена в ответ на прихоти спроса (печенье «Поп-таргс»). Аграрная же экономика наоборот основана на местной адаптации экономической деятельности к возможностям земли поддержать такую деятельность. Неудивительно, что Берри не прочь обсудить разницу между хорошим земледелием и наиболее выгодным земледелием. Все же он подчеркивает, что в аграрном обществе не обязательно всем быть фермерами, так же как промышленное производство не обязательно должно выпускать только предметы первой необходимости. Их отличительная черта, по мысли Берри, заключается в том, что сельское хозяйство

и промышленное производство в аграрном обществе должны быть приспособлены к особенностям местного ландшафта. Трудно, конечно, примирить это видение аграрной экономики с современными тенденциями, однако переориентированный капитализм не представляется чем-то невообразимым. В конце концов, сегодняшние квазинезависимые международные корпорации тоже были немислимы несколько веков назад.

Сельское хозяйство в обозримый исторический период пережило несколько революций: революцию йоменов, возродившую древнеримские приемы почвообработки, агрохимическую и зеленую революции, открывшие миру удобрения и агротехнологии. Сегодня все более активное внедрение безопасных и органических методов готовит новейшую аграрную революцию, основанную на сохранении почв. Если уже состоявшиеся аграрные революции ставили перед собой задачу повысить урожай сельскохозяйственных культур, то сегодняшняя стремится сделать их экологически устойчивыми, гарантировав тем самым дальнейшее существование современной глобальной цивилизации.

Философская основа нового сельского хозяйства заключается в отношении к почве как к биосистеме, адаптированной к местным условиям, а не как к комплексу химических элементов. И все-таки агроэкология – это не просто возвращение к старым трудоемким приемам обработки сельскохозяйственных земель. Это столь же научный подход, как и недавно разработанные технологии генетической модификации – но основанный на биологии и экологии, а не на химии и генетике. Агроэкология, уходящая корнями в комплексные взаимодействия почвы, воды, растений, животных и микробов, больше полагается на понимание местных условий и обстоятельств, чем на использование унифицированных продуктов и методик. Ей нужно земледелие, ориентированное на адаптированные к местным условиям знания – разумное земледелие, а не привычное или выгодное.

Агроэкология – это не просто переход к органическому земледелию. Даже отказавшись от пестицидов, недавно индустри-

ализированные органические агрокомплексы Калифорнии не всегда уделяют внимание почвозащите. Когда в 90-х гг. резко начал расти спрос на органическую продукцию, агропромышленные хозяйства принялись вводить монокультурные посевы салата-латука, сохранив при этом недостатки привычной агротехники – только перестали использовать пестициды.

Агроэкологический подход не обязательно отдает предпочтение мелким фермам перед крупными. Крошечные крестьянские хозяйства Гаити разрушали почву на крутых склонах с таким же рвением, как и огромные плантации американского Юга, использовавшие рабский труд. И проблема здесь не только в механизации. Римские волю медленно, но верно уничтожали почвенный слой, ничуть не уступая в этом деле механическим наследникам плуга Джона Дира на дизельной тяге. Глубинная проблема ужасающе проста: агротехника, разрушающая почву быстрее, чем она может восстановиться, разрушает общество. К счастью есть пути, следуя которым, весьма продуктивные фермерские хозяйства не будут истощать почву ради прибыли. Если выразиться еще проще – мы должны адаптировать то, что мы делаем, к тому, где мы это делаем.

Чтобы понять, как этого добиться, стоит обратиться к опыту трудоемких и техноемких сельскохозяйственных систем. Трудоемкая система вынуждает людей адаптироваться к земле. В условиях техноемкой системы люди, как правило, пытаются адаптировать землю к своим технологиям. Трудоемкие агросистемы, инвестировавшие в почву путем увеличения ее органической массы, террасирования и повторной утилизации важнейших питательных веществ, в течение весьма длительного времени выживали в низинных районах Китая, на Тикоппи, в Андах и вдоль Амазонки. Техноемкие общества, относившиеся к почве как к расходному материалу, разработали модели, в рамках которых фермеры–арендаторы и отсутствовавшие земельные собственники максимально быстро выжимали из земли максимум возможного, променяв плодородие почвы на перспективу быстрой наживы.

Это фундаментальное различие выдвигает на первый план проблему, суть которой заключается в том, что грязь фактически ничего не стоит и вместе с тем – бесценна. Почву, как самую дешевую составляющую агросистемы, будут всегда обходить вниманием – до тех пор, пока не станет слишком поздно. Следовательно нам нужно сознательно адаптировать сельское хозяйство к реальности, а не наоборот. Практики и традиции человечества, приспособленные к земле, могут оставаться жизненно-способными; противоположные им – не могут.

В некоторых случаях, чтобы изменить привычные подходы или обычаи, надо просто взглянуть на проблему по иному. Например, беспашотное земледелие, эффективно замедляющее процесс почвопотери, применимо как в привычной, так и в органической сельскохозяйственной системе. Ничто на самом деле ему не препятствует, и по мере накопления опыта его вводят у себя многие фермеры в США. Что касается других альтернативных подходов, таких как органические методы и биоконтроль вредителей – здесь скорее не правительства, а потребители являются движущей силой перемен в сегодняшних условиях глобализации экономики и отсутствия глобализации общества.

Все же правительствам еще придется сыграть важную роль. В промышленно развитых странах они с помощью политических и финансовых рычагов могут поменять форму стимулирования, чтобы поспособствовать организации небольших органических хозяйств и внедрению беспашотного земледелия на крупных механизированных агрофермах. В развивающихся странах они могут снабжать фермеров новым инструментарием вместо их плугов, а также продвигать беспашотные и органические методы в мелких хозяйствах, готовых к трудоемким практикам. Кроме того правительства способны поддерживать агропроизводство в черте города и столь нужные исследования в области устойчивого сельского хозяйства и новых технологий, особенно локального применения азота и фосфора, а также изучение методик сохранения органического состава почв и их плодородия. Что не следует продвигать правительствам, так это генную инженерию и интенсификацию агротехники,

основанной на удобрениях и ирригации – тех самых приемах, за которые ратует промышленность, используя их как ключ к усилению зависимости пользователей от ее продукции.

Зарождающийся интерес к поддержке принципов земельной этики в аграрном секторе воплотился в движениях «Слоуфуд» и «Едим местное», стремящихся сократить дистанцию между производителями и потребителями продовольствия. И все же энергоэкономичность доставки продуктов питания на стол потребителя нельзя считать какой-то сверхновой радикальной идеей. Римляне свозили зерно со всего Средиземноморья, поскольку ветер обеспечивал энергию, необходимую для транспортировки продовольствия на дальние расстояния. Именно поэтому Рим кормился поставками из Северной Африки, Египта и Сирии – было слишком неэффективно (и сложно) перевозить западноевропейскую продукцию через горы в центральную Италию.

Точно так же, когда сильно дорожает нефть, менее выгодной становится транспортировка продовольствия через полмира – деглобализация сельского хозяйства обретает все большую привлекательность за счет большей экономичности. Среднестатистическая единица органической продукции, продающаяся в американских супермаркетах, покрывает расстояние около 1500 миль от того места, где производится, до места, где ее потребляют. В долгосрочной перспективе, с учетом последствий для самой почвы и для всего мира, входящего в посленефтяную эпоху, продовольственные рынки могли бы стать более эффективными (хотя и не обязательно более дешевыми), если бы они уменьшились в размерах и были не столь сильно интегрированы в глобальную экономику при том, что продукты питания продавались бы на местных рынках. По мере того как доставка потребителям произведенной в отдаленных регионах продукции продолжает дорожать, все привлекательнее выглядит инициатива переместить производство продовольствия в места проживания потребителей – то есть в города.

Несмотря на кажущуюся противоречивость этого понятия, городское сельское хозяйство – это не оксюморон. На

протяжении большей части доиндустриальной эпохи отходы поселений городского типа были в основном органические и возвращались в землю городских и квазигородских земледельческих хозяйств с целью обогащения почвы. В середине XIX в. одну шестую часть Парижа использовали для выращивания урожаев зелени, фруктов и овощей, более чем достаточных, чтобы удовлетворить спрос горожан – система городского транспорта оставляла миллионы тонн конского навоза, которые и использовали в качестве удобрения. Более продуктивная, чем современные агропромышленные комплексы, эта трудоемкая система настолько прославилась, что интенсивное компостное плодоовощеводство до сих пор называют «французским садоводством».

Городское земледелие развивается быстро: более 800 млн. людей по всему миру в той или иной степени заняты сельскохозяйственным производством в городской черте. Всемирный банк и ФАО ООН содействуют развитию городского сельского хозяйства, рассчитывая с его помощью накормить бедное городское население развивающихся стран. Однако сельским хозяйством в черте города занимаются не только в развивающихся странах; к концу 90-х гг. XX в. каждая десятая семья в ряде городов США была вовлечена в городское сельскохозяйственное производство, а в Москве – целых две трети семей. Городские хозяйства не только поставляют горожанам свежую продукцию в тот же день, когда она была собрана, экономя при этом на транспортных расходах, на использовании воды и удобрений – они также способны абсорбировать значительные объемы твердых и жидких отходов, снижая трудности и издержки, связанные с утилизацией городского мусора. Со временем стоит серьезно задуматься о переоборудовании конечных стоков современных канализационных систем с тем, чтобы замкнуть кольцо круговорота питательных веществ путем возвращения отходов жизнедеятельности животных и человека в почву. Пусть это звучит архаично, но однажды от этого будет зависеть наше коллективное благосостояние.

В то же время мы больше не можем позволить себе терять сельскохозяйственные угодья. Через пятьдесят лет каждый гектар пахотных земель будет на вес золота. Сегодня каждая закатанная в асфальт пашня означает, что в будущем меньше людей в мире получат пропитание. В Индии, где по нашим представлениям пахотная земля священна, фермеры вокруг городов продают верхний слой своей почвы на кирпичи для стремительно развивающегося рынка строительства жилья. Развивающиеся страны просто не могут позволить себе распродавать таким образом свое будущее, так же как и промышленно развитые страны не достигнут устойчивости, если продолжают пускать под строительство пахотные угодья. Сельскохозяйственные земли следует рассматривать как имущество, которым сегодняшние фермеры пользуются по доверенности от будущих поколений – и соответствующим образом с ними обращаться.

Все-таки фермерские хозяйства должны оставаться собственностью тех, кто на них работает – людей, знающих свою землю и получающих выгоду от ее улучшения. Арендное землепользование – не в интересах общества. Важнейшим условием остается частная собственность на землю: ведь отсутствующие в принадлежащих им поместьях землевладельцы вряд ли серьезно задумывались над будущей судьбой своей земли.

В глобальном плане человечеству не нужно раз и навсегда выбирать между пропитанием и спасением вымирающих видов. Охрана биоразнообразия совсем не обязательно требует принесения в жертву продуктивных сельскохозяйственных земель, потому что на почвах, имеющих высокую сельскохозяйственную продуктивность, как правило, нет богатого биоразнообразия. Наоборот, в районах, отличающихся богатством биоразнообразия, сельскохозяйственный потенциал почв обычно невысок. В общем и целом, почвы богатых видовым разнообразием тропических широт по большей части бедны питательными веществами, в то время как самые плодородные почвы мира находятся в лёссовых зонах умеренного климата, где видовой состав растительности не отличается многообразием.

Многие потери биоразнообразия последнего времени вызваны правительственными субсидиями и налоговыми льготами, стимулировавшими расчистку и распахиwanie земель (например во влажных тропических лесах), которые можно рентабельно обрабатывать только непродолжительное время и которые часто становились заброшенными, как только уменьшались субсидии (или эродировала почва). К сожалению, большинство развивающихся стран расположено именно в тропиках, поэтому их почвы бедны питательными веществами и уязвимы для эрозии. Несмотря на такую непростую геополитическую асимметрию, недальновидно игнорировать реальность, которая заключается в том, что развитие, построенное на истощении почвенных ресурсов, в будущем гарантированно приведет к нехватке продовольствия.

Есть три региона, где возможно устойчивое, интенсивное и механизированное сельское хозяйство – обширные просторы мировых лёссовых зон на американских равнинах, в Европе и северном Китае; там толстые пласты легко обрабатываемых илистых наносов способны выдержать интенсивную систему земледелия, даже когда первоначальная почва исчезнет. Что касается тонкого почвенного слоя на подстилающих горных породах, характерного для большинства остальных регионов мира, основная проблема состоит в том, что это нам приходится адаптироваться к возможностям почвы, а не наоборот. Мы должны относиться к почве скорее как к экологической системе, а не как к производственной мощности – видеть в ней не фабрику, а живой организм. Будущее человечества зависит от такого философского переориентирования не в меньшей степени, чем от технических успехов агротехники и генной инженерии.

Капиталоемкие сельскохозяйственные приемы никогда не накормят ту треть человечества, которая выживает менее чем на два доллара в день, никогда не победят голод и нищету. Трудоемкое земледелие, однако, могло бы это сделать – если бы у этих людей был доступ к плодородным землям. К счастью, именно такой подход одновременно мог бы помочь восстано-

вить почвенный покров планеты. Нам следует субсидировать небольшие натуральные хозяйства в развивающихся странах; обучение фермеров более продуктивным способам эксплуатации земли становится залогом будущего человечества. Слишком часто, тем не менее, современная политика субсидирования сельского хозяйства отдает предпочтение крупным агропромышленным комплексам, вознаграждая фермеров за методы, подрывающие долгосрочные перспективы существования человечества.

Более трехсот миллиардов долларов уходит по всему миру на сельскохозяйственные субсидии; эта сумма в шесть раз больше ежегодного общемирового бюджета содействия развитию. Удивительно, но мы платим агропромышленным производителям за то, что они нерационально ведут свое хозяйство, лишая бедные слои населения возможности прокормить себя – а значит, закрывая единственный путь к преодолению глобальной проблемы голода. Политические структуры, вечно занятые текущими острыми кризисами, редко уделяют внимание таким хроническим проблемам, как эрозия почв. И все-таки, если нашему обществу в долгосрочной перспективе предстоит выжить, нашим политическим институтам надо сосредоточиться на контроле за сохранностью земли, ибо это основополагающий – и самый насущный вопрос.

В ходе исторического процесса экономика и удаленное землевладение способствовали деградации почвы – в древнеримских поместьях, на южных плантациях девятнадцатого века и в агропромышленных комплексах века двадцатого. Во всех трех случаях политика и экономика создали модели землепользования, поощрявшие уничтожение плодородия почв, да и самой почвы. Хищническую эксплуатацию как возобновляемых, так и невозобновляемых ресурсов невозможно не заметить, но одновременно практически невозможно остановить в рамках системы, вознаграждающей тех, кто максимально повышает мгновенную рентабельность, даже если это истощает жизненно необходимые в долгосрочной перспективе ресурсы. Очевидный пример – истребление по всему миру лесных и рыбных

ресурсов, однако продолжающиеся потери почвенного слоя, производящего более 95% нашего продовольствия, представляют собой намного более серьезную проблему. Необходимо ввести в действие иные, нерыночные механизмы – культурные, религиозные или правовые – чтобы решить сложную задачу построения индустриального общества с постиндустриальным сельским хозяйством. Парадоксально, но для того мира, который лежит за пределами лёссовых поясов, решение этой задачи потребует увеличения численности работающих на земле людей, внедрения методов органического сельского хозяйства на менее крупных фермах, а также использования технологий, но без высокой капитализации.

Ответ на этот вызов помог бы также в решении мировой проблемы голода – ведь если мы хотим накормить развивающийся мир, нам нужно отринуть интуитивное, но наивное убеждение, что голод можно победить путем производства дешевой пищи. Мы уже удешевляли продовольствие, однако на планете до сих пор множество народа голодает. Другой подход – и он мог бы сработать – это содействие процветанию мелких фермерских хозяйств в развивающихся странах. Нам надо предоставить крестьянам возможность накормить самих себя и заработать столько, сколько потребуется для выведения их семей из нищеты, одновременно стимулируя бережное отношение к земле с помощью доступа к знаниям, правильного инструментария и достаточного количества земли, чтобы прокормиться и получить товарные излишки.

В той же степени, что и перемена климата, спрос на продовольствие в ближайшие десятилетия станет основной движущей силой глобальной экологической перестройки. За прошедший век последствия длительной эрозии почв были не столь заметны по причине ввода новых площадей под обработку, а также создания удобрений, пестицидов, новых сортов, которые компенсировали снижение плодородия почвы. Однако самые весомые преимущества таких технологических достижений проявляются только тогда, когда для их применения имеется глубокий и богатый органическими веществами

верхний почвенный слой. Агротехнические новинки становится все труднее использовать по мере того, как почвенный пласт истончается – ведь с потерями почвы урожаи показательно снижаются. В сочетании с неизбежным уходом в прошлое удобрений, основанных на ископаемом топливе, продолжающееся сокращение площади обрабатываемых земель и почвенных ресурсов выдвигает на первый план проблему обеспечения питанием растущего населения с учетом оскудения земли. Если последствия почвенной эрозии можно временно компенсировать удобрениями и, в некоторых случаях, ирригацией, то долговременно поддерживать продуктивность земли невозможно из-за утраты почвой органической массы, истощения почвенной биоты и уменьшения толщины пахотного слоя, то есть тех факторов, которые до сих пор характеризовали промышленное сельское хозяйство.

Конец цивилизации может наступить по многим причинам, но без достаточных запасов плодородной почвы цивилизация обойтись просто не может. Использовать почву, а потом перемещаться на новые земли – такой вариант для будущих поколений нежизнеспособен. Не окажутся ли современные почвозащитные меры недостаточными и запоздалыми, как это было в античную эпоху? Или же мы вновь научимся сохранять сельскохозяйственные почвы, при этом эксплуатируя их все более интенсивно? Продление срока жизни нашей цивилизации потребует такой перестройки сельского хозяйства, чтобы изменилось само отношение к почве, чтобы в наших глазах она перестала быть просто одной из составляющих производственного процесса, а превратилась бы в живой фундамент материального благосостояния. Как ни странно это звучит, выживание цивилизации обусловлено отношением к почве как к капиталовложению, как к ценному наследию, а не как к товару – то есть пора перестать считать ее просто грязью.

ПРИМЕЧАНИЯ



2. КОЖНЫЙ ПОКРОВ ЗЕМЛИ

1. Darwin, 1881, с. 4.
2. Darwin, 1881, с. 313.

3. РЕКИ ЖИЗНИ

1. Wallace, 1883, с. 15.
2. Helms, 1984, с. 133.
3. Lowdermilk, 1926, с. 127, 129.

4. КЛАДБИЩЕ ИМПЕРИЙ

1. Ксенофонт. Домострой, 16.3.
2. Платон. Критий, 3.111.
3. Варрон. О сельском хозяйстве, 1.3.
4. Варрон. О сельском хозяйстве, 1.2.6.
5. Колумелла. О сельском хозяйстве, 1.7.6.
6. Тацит. Анналы, 3.54.
7. Тертуллиан. О душе, 30.
8. Simkhovitch, 1916, с. 209.
9. Тацит, Анналы, 2.59.
10. Marsh, 1864, с. 9, 42.
11. Lowdermilk, 1953, с. 16.
12. О полях: Исход, 23:10–11; о компосте: Исая, 25:10.
13. Lowdermilk, 1953, с. 38.
14. Cook, 1949, с. 42.

5. ПУСТЬ ЕДЯТ КОЛОНИИ

1. Simkhovitch, 1913, с. 400.
2. Markham, 1631, с. 1, 3.
3. Evelyn, 1679, с. 288–289, 295.

4. Evelyn, 1679, с. 298, 315.
5. Mortimer, 1708, с. 12.
6. Mortimer, 1708, с. 14.
7. Mortimer, 1708, с. 79.
8. Surell, 1870, с. 135.
9. Surell, 1870, с. 219.
10. Marsh, 1864, с. 201.
11. Brown, 1876, с. 10.
12. Melvin, 1887, с. 472.
13. Hutton, 1795, с. 205.
14. Playfair, 1802, с. 99.
15. Playfair, 1802, с. 106–107 .
16. Godwin, 1793, т. 2, с. 861.
17. Marx, 1867, с. 638.

6. С МОТЫГОЙ НА ЗАПАД

1. Craven, 1925, с. 19.
2. Beer, 1908, с. 243.
3. Craven, 1925, с. 41.
4. Hartwell, Blair, and Chilton, 1727, с. 6, 7.
5. Phillips, 1909, т. 1, с. 282.
6. Eliot, 1934, с. 223–224 .
7. Hewatt, 1779, т. 2, с. 305, 306.
8. Brissot de Warville, 1794, т. 1, с. 378.
9. Craven, 1833, с. 150.
10. Toulmin, 1948, с. 71.
11. Washington, 1803, с. 6.
12. Washington, 1892, т. 13, с. 328–329.
13. Jefferson, 1894, т. 3, с. 190.
14. Washington, 1803, с. 103–104.
15. Jefferson, 1813, с. 509.
16. Taylor, 1814, с. 11, 15, 10.
17. de Beaujour, 1814, с. 85–86.
18. Lorain, 1825, с. 240.
19. Phillips, 1909, т. 1, с. 284–285.

20. Craven, 1925, с. 81.
21. Письмо из Алабамы, 1833.
22. Ruffin, 1832, с. 15.
23. C. Lyell, 1849, т. 2, с. 24.
24. C. Lyell, 1849, т. 2, с. 36.
25. C. Lyell, 1849, т. 2, с. 72.
26. U.S. Senate, 1850, с. 7–8.
27. U.S. Senate, 1850, с. 9.
28. White, 1910, с. 40, 45.
29. Glenn, 1911, с. 11, 19.
30. Hall, 1937, с. 1.

7. ПЫЛЕВОЙ ПОТОК

1. Johnson, 1902, с. 638, 653.
2. Shaler, 1905, с. 122–124, 128.
3. Shaler, 1891, с. 330.
4. Shaler, 1891, с. 332.
5. Davis, 1914, с. 207, 213.
6. Davis, 1914, с. 216–217.
7. Throckmorton and Compton, 1938, с. 19–20.
8. Great Plains Committee, 1936, с. 4.
9. Sampson, 1981, с. 17.
10. Lowdermilk, 1953, с. 26.
11. Schickele, Himmel, and Hurd, 1935, с. 231.
12. National Research Council, 1989, с. 9.
13. Ponting, 1993, с. 261–262.

8. ГРЯЗНОЕ ДЕЛО

1. Liebig, 1843, с. 63.
2. Hilgard, 1860, с. 361.
3. Jenny, 1961, с. 9–10.
4. Whitney, 1909, с. 66.
5. van Hise, 1916, с. 321–22.
6. USDA, 1901, с. 31.

7. Whitney, 1925, с. 12, 39.
8. Crookes, 1900, с. 6, 7.
9. Smil, 2001, с. 139.
10. Howard, 1940, с. 4.
11. Howard, 1940, с. 219–220.
12. Faulkner, 1943, с. 5.
13. Faulkner, 1943, с. 84, 127–128.

9. ОСТРОВА ВО ВРЕМЕНИ

1. Williams, 1837, с. 244–245.
2. Buckland and Dugmore, 1991, с. 116.

10. СРОК ЖИЗНИ ЦИВИЛИЗАЦИЙ

1. Engels, 1844, с. 58.
2. Cassman et al., 1995, с. 218.

ГЛОССАРИЙ



БЕРМА [польск. *berma* < нем. *Berme*] – горизонтальная площадка на откосе плотины, железнодорожной насыпи, канала, придающая откосу большую устойчивость и защищающая ее от размыва атмосферными водами.

БИОТА, ПОЧВЕННАЯ – комплекс разнообразных почвенных организмов, различающихся по экологическим функциям и таксономическому положению (различные группы микроорганизмов и почвенная зоофауна).

ОСТАНЕЦ – изолированная возвышенность, уцелевшая от разрушения более высокой поверхности процессами денудации.

ПОТАШ [нем. *Pottasche*] – карбонат калия или углекислый калий – химическое соединение, которое еще в античную эпоху получали при сжигании полыни в виде ее золы. Используется в качестве сельскохозяйственного удобрения.

САХЕЛЬ [араб. *لحاس*, *sáxель* – берег, граница, побережье) – тропическая саванна в Африке, являющаяся своеобразным переходом между Сахарой на севере и более плодородными землями на юге.

СУНЕРЫ [англ. *sooners*; от *sooner* – раньше, скорее] – так в США называли поселенцев-южан, незаконно захватывавших незанятые индейские земли в штате Оклахома до официально назначенной президентом даты «земельных гонок». Некоторые сунеры въезжали на участки раньше положенного легально: маршалы и их помощники, землемеры, железнодорожные служащие и некоторые другие.

ТЕФРА [греч. *τεφρα* – пепел] – собирательный термин для отложений осевшего вулканического пепла.

ТИЛЬ – твердые наносы, оставшиеся по пути отступления льдов; состояли из нестратифицированной глины с вкраплениями валунов.

ЭСКАРП [фр. escarpe – откос, скат] – крутой откос над плоской поверхностью, образовавшийся за счет сброса и/или эрозии.

ПРИМЕЧАНИЯ ПЕРЕВОДЧИКА



Некоторые источники в русском переводе цитируются по следующим изданиям:

3. РЕКИ ЖИЗНИ

Коран. Перевод и комментарии И.Ю.Крачковского. Редактор В.И.Беляев. [Предисловие В.И.Беляева и П.А.Грязневича] М., 1963.

4. КЛАДБИЩЕ ИМПЕРИЙ

Платон. Избранные диалоги [Перевод С.С.Аверинцева]. М.: АСТ, 2006.

Марк Туллий Цицерон. Философские трактаты [Перевод с латинского и комментарии М.И.Рижского]. М., «Наука», 1985.

Варрон Марк Теренций. *Res rusticae* [Перевод М.Е.Сергеенко]. М.-Л.: Издательство АН СССР. 1963.

Катон, Варрон, Колумелла, Плиний о сельском хозяйстве. Под редакцией и с вводной статьей проф. М.И.Бурского. М.-Л.: Сельхозгиз, 1937.

Тертуллиан Квинт Септимий Флоренс. О душе [Перевод с латинского А.Ю.Братухина]. СПб, 2008.

5. ПУСТЬ ЕДЯТ КОЛОНИИ

К.Маркс и Ф.Энгельс. Сочинения. Издание второе. М.,1960.

7. ПЫЛЕВОЙ ПОТОК

Михаил Ильин. Избранные произведения в трех томах. М.: Гослитиздат, 1962. Т.1. Рассказы о вещах.

10. СРОК ЖИЗНИ ЦИВИЛИЗАЦИЙ

К.Маркс и Ф.Энгельс. Сочинения. Издание второе. М.,1960.

БИБЛИОГРАФИЯ



1. СТАРАЯ ДОБРАЯ ГРЯЗЬ

Hooke, R. LeB. 1994. On the efficacy of humans as geomorphic agents. *GSA Today* 4:217, 224–25.

———. 2000. On the history of humans as geomorphic agents. *Geology* 28:843–46.

2. КОЖНЫЙ ПОКРОВ ЗЕМЛИ

Darwin, C. 1881. *The Formation of Vegetable Mould, Through the Action of Worms, With Observations on Their Habits*. London: John Murray.

Davidson, D. A. 2002. Bioturbation in old arable soils: Quantitative evidence from soil micromorphology. *Journal of Archaeological Science* 29:1247–53.

Gilbert, G. K. 1877. *Geology of the Henry Mountains*. U.S. Geographical and Geological Survey of the Rocky Mountain Region. Washington, DC: Government Printing Office.

Jenny, H. 1941. *Factors of Soil Formation: A System of Quantitative Pedology*. New York: McGraw-Hill.

Mitchell, J. K., and G. D. Bubenzer. 1980. Soil loss estimation. In *Soil Erosion*, ed. M. J. Kirkby and R. P. C. Morgan, 17–62. Chichester: John Wiley and Sons.

Retallack, G. J. 1986. The fossil record of soils. In *Paleosols: Their Recognition and Interpretation*, ed. V. P. Wright, 1–57. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Schwartzman, D. W., and T. Volk. 1989. Biotic enhancement of weathering and the habitability of Earth. *Nature* 340:457–60.

Torn, M. S., S. E. Trumbore, O. A. Chadwick, P. M. Vittousek, and D. M. Hendricks. 1997. Mineral control of soil organic carbon storage and turnover. *Nature* 389:170–73.

Wolfe, B. E., and J. N. Kilronomos. 2005. Breaking new ground: Soil communities and exotic plant invasion. *BioScience* 55:477–87.

3. РЕКИ ЖИЗНИ

Butzer, K. W. 1976. *Early Hydraulic Civilization in Egypt: A Study in Cultural Ecology*. Chicago: University of Chicago Press.

Haub, C. 1995. How many people have ever lived on Earth? *Population Today*, February.

Helms, D. 1984. Walter Lowdermilk's journey: Forester to land conservationist. *Environmental Review* 8:132–45.

Henry, D. O. 1989. *From Foraging to Agriculture: The Levant at the End of the Ice Age*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.

Hillel, D. 1991. *Out of the Earth: Civilization and the Life of the Soil*. Berkeley: University of California Press.

Hillman, G., R. Hedges, A. Moore, S. Colledge, and P. Pettit. 2001. New evidence of Lateglacial cereal cultivation at Abu Hureyra on the Euphrates. *Holocene* 11:383–93.

Köhler-Rollefson, I., and G. O. Rollefson. 1990. The impact of Neolithic subsistence strategies on the environment: The case of 'Ain Ghazal, Jordan. In *Man's Role in the Shaping of the Eastern Mediterranean Landscape*, ed. S. Bottema, G. Entjes-Nieborg, and W. Van Zeist, 3–14. Rotterdam: Balkema.

Lowdermilk, W. C. 1926. Forest destruction and slope denudation in the province of Shansi. *China Journal of Science & Arts* 4:127–35.

Mallory, W. H. 1926. *China: Land of Famine*. Special Publication 6. New York: American Geographical Society.

Mellars, P. 2004. Neanderthals and the modern human colonization of Europe. *Nature* 432:461–65.

Milliman, J. D., Q. Yun-Shan, R. Mei-E, and Y. Saito. 1987. Man's influence on the erosion and transport of sediment by Asian rivers: The Yellow River (Huanghe) example. *Journal of Geology* 95:751–62.

Moore, A. M. T., and G. C. Hillman. 1992. The Pleistocene to Holocene transition and human economy in Southwest Asia: The impact of the Younger Dryas. *American Antiquity* 57:482–94.

Ponting, C. 1993. *A Green History of the World: The Environment and the Collapse of Great Civilizations*. New York: Penguin Books.

Pringle, H. 1998. Neolithic agriculture: The slow birth of agriculture. *Science* 282:1446.

Roberts, N. 1991. Late Quaternary geomorphological change and the origins of agriculture in south central Turkey. *Geoarchaeology* 6:1–26.

Said, R. 1993. *The River Nile: Geology, Hydrology and Utilization*. Oxford: Pergamon Press.

Sarnthein, M. 1978. Sand deserts during glacial maximum and climatic optimum. *Nature* 272:43–46.

Stanley, D. J., and A. G. Warne. 1993. Sea level and initiation of Predynastic culture in the Nile delta. *Nature* 363:435–38.

Wallace, M. 1883. *Egypt and the Egyptian Question*. London: Macmillan.

Westing, A. H. 1981. A note on how many humans that have ever lived. *Bio-Science* 31:523–24.

Wright, H. E., Jr. 1961. Late Pleistocene climate of Europe: A review. *Geological Society of America Bulletin* 72:933–84.

———. 1976. The environmental setting for plant domestication in the Near East. *Science* 194:385–89.

Zeder, M. A., and B. Hesse. 2000. The initial domestication of goats (*Capra hircus*) in the Zagros Mountains 10,000 years ago. *Science* 287:2254–57.

4. КЛАДБИЩЕ ИМПЕРИЙ

Abrams, E. M., and D. J. Rue. 1988. The causes and consequences of deforestation among the prehistoric Maya. *Human Ecology* 16:377–95.

Agriculture in all ages, no.2. 1855. *DeBow's Review* 19:713–17.

Barker, G. 1981. *Landscape and Society: Prehistoric Central Italy*. London: Academic Press.

———. 1985. Agricultural organisation in classical Cyrenaica: the potential of subsistence and survey data. In *Cyrenaica in Antiquity*, ed. G. Barker, J. Lloyd, and J. Reynolds, 121–34. Society for Libyan Studies Occasional Papers 1, BAR International Series 236. Oxford.

Beach, T. 1998. Soil catenas, tropical deforestation, and ancient and contemporary soil erosion in the Petén, Guatemala. *Physical Geography* 19:378–404.

Beach, T., N. Dunning, S. Luzzadder-Beach, D. E. Cook, and J. Lohse. 2006. Impacts of the ancient Maya on soils and soil erosion in the central Maya Lowlands. *Catena* 65:166–78.

Beach, T., N. Dunning, S. Luzzadder-Beach, and V. Scarborough. 2003. Depression soils in the lowland tropics of Northwestern Belize: Anthropogenic and natural origins. In *The Lowland Maya Area: Three Millennia at the Human-Wildland Interface*, ed. A. Gómez-Pompa, M. F. Allen, S. L. Fedick, and J. J. Jiménez-Osornio, 139–74. Binghamton, NY: Food Products Press.

Beach, T., S. Luzzadder-Beach, N. Dunning, J. Hageman, and J. Lohse. 2002. Upland agriculture in the Maya Lowlands: Ancient Maya soil conservation in northwestern Belize. *Geographical Review* 92:372–97.

Betancourt, J., and T. R. Van Devender. 1981. Holocene vegetation in Chaco Canyon. *Science* 214:656–58.

Borowski, O. 1987. *Agriculture in Iron Age Israel*. Winona Lake, IN: Eisenbrauns.

Braud, D. 1985. The social and economic context of the Roman annexation of Cyrenaica. In *Cyrenaica in Antiquity*, 319–25.

Brown, A. G., and K. E. Barber. 1985. Late Holocene Paleocology and sedimentary history of a small lowland catchment in Central England. *Quaternary Research* 24:87–102.

Cascio, E. L. 1999. The population of Roman Italy in town and country. In *Reconstructing Past Population Trends in Mediterranean Europe (3000 BC–AD 1800)*, ed. J. Binfliff and K. Sbonias, 161–71. Oxford: Oxbow Books.

Cook, S. F. 1949. Soil erosion and population in Central Mexico. *Ibero-Americana* 34:1–86.

Cordell, L. 2000. Aftermath of chaos in the Pueblo Southwest. In *Environmental Disaster and the Archaeology of Human Response*, ed. G. Bawden and R. M. Reycraft, 179–93. Maxwell Museum of Anthropology, Anthropological Papers 7. Albuquerque: University of New Mexico.

Dale, T., and V. G. Carter. 1955. *Topsoil and Civilization*. Norman: University of Oklahoma Press.

Deevy, E. S., D. S. Rice, P. M. Rice, H. H. Vaughan, M. Brenner, and M. S. Flannery. 1979. Mayan urbanism: Impact on a tropical karst environment. *Science* 206:298–306.

Dunning, N. P., and T. Beach. 1994. Soil erosion, slope management, and ancient terracing in the Maya Lowlands. *Latin American Antiquity* 5:51–69.

Fuchs, M., A. Lang, and G. A. Wagner. 2004. The history of Holocene soil erosion in the Philous Basin, NE Peloponnese, Greece, based on optical dating. *Holocene* 14:334–45.

Hall, S. A. 1977. Late Quaternary sedimentation and paleoecologic history of Chaco Canyon, New Mexico. *Geological Society of America Bulletin* 88: 1593–1618.

Halstead, P. 1992. Agriculture in the Bronze Age Aegean: Towards a model of Palatial economy. In *Agriculture in Ancient Greece*, ed. B. Wells, 105–16. Proceedings of the Seventh International Symposium at the Swedish Institute at Athens, May 16–17, 1990, Svenska Institutet i Athen, Stockholm.

Harris, D. R., and C. Vita-Finzi. 1968. Kokkinopilos—A Greek badland, *The Geographical Journal* 134:537–46.

Heine, K. 2003. Paleopedological evidence of human-induced environmental change in the Puebla-Tlaxcala area (Mexico) during the last 3,500 years. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 20:235–44.

Hughes, J. D. 1975. *Ecology in Ancient Civilizations*. Albuquerque: University of New Mexico Press.

Isager, S., and J. E. Skydsgaard. 1992. *Ancient Greek Agriculture: An Introduction*. London: Routledge.

Judson, S. 1963. Erosion and deposition of Italian stream valleys during historic time. *Science* 140:898–99.

———. 1968. Erosion rates near Rome, Italy. *Science* 160:1444–46.

Lespez, L. 2003. Geomorphic responses to long-term landuse changes in Eastern Macedonia (Greece). *Catena* 51:181–208.

Lowdermilk, W. C. 1953. *Conquest of the Land Through 7,000 Years*. U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service, Agriculture Information Bulletin 99. Washington, DC: GPO.

Marsh, G. P. 1864. *Man and Nature; or, Physical Geography as Modified by Human Action*. New York: Charles Scribner.

McAuliffe, J. R., P. C. Sundt, A. Valiente-Banuet, A. Casas, and J. L. Viveros. 2001. Pre-columbian soil erosion, persistent ecological changes, and collapse of a subsistence agricultural economy in the semi-arid Tehuacán Valley, Mexico's 'Cradle of Maise.' *Journal of Arid Environments* 47:47–75.

McNeill, J. R., and V. Winiwarter. 2004. Breaking the sod: Humankind, history, and soil. *Science* 304:1627–29.

Meijer, F. 1993. Cicero and the costs of the Republican grain laws. In *De Agricultura: In Memoriam Pieter Willem De Neeve (1945–1990)*, ed. H. Sancisi-Weerdenburg, R. J. van der Spek, H. C. Teitler, and H. T. Wallinga, 153–63. Dutch Monographs on Ancient History and Archaeology 10. Amsterdam: J. C. Gieben.

Metcalf, S. E., F. A. Street-Perrott, R. A. Perrott, and D. D. Harkness. 1991. Palaeolimnology of the Upper Lerma Basin, Central Mexico: a record of climatic change and anthropogenic disturbance since 11600 yr BP. *Journal of Paleolimnology* 5:197–218.

O'Hara, S. L., F. A. Street-Perrott, and T. P. Burt. 1993. Accelerated soil erosion around a Mexican highland lake caused by prehispanic agriculture. *Nature* 362:48–51.

Piperno, D. R., M. B. Bush, and P. A. Colinvaux. 1991. Paleoecological perspectives on human adaptation in Central Panama. II The Holocene. *Geoarchaeology* 6:227–50.

Ponting, C. 1993. *A Green History of the World: The Environment and the Collapse of Great Civilizations*. New York: Penguin Books.

Pope, K. O., and T. H. van Andel. 1984. Late Quaternary alluviation and soil formation in the Southern Argolid: its history, causes and archaeological implications. *Journal of Archaeological Science* 11:281–306.

Runnels, C. 2000. Anthropogenic soil erosion in prehistoric Greece: The contribution of regional surveys to the archaeology of environmental disruptions and human response. In *Environmental Disaster and the Archaeology of Human Response*, ed. R. M. Reycraft and G. Bawden, 11–20. Maxwell Museum of Anthropology, Anthropological Papers 7. Albuquerque: University of New Mexico.

Runnels, C. N. 1995. Environmental degradation in Ancient Greece. *Scientific American* 272:96–99.

Sandor, J. A., and N. S. Eash. 1991. Significance of ancient agricultural soils for long-term agronomic studies and sustainable agriculture research. *Agronomy Journal* 83:29–37.

Simkhovitch, V. G. 1916. Rome's fall reconsidered. *Political Science Quarterly* 31:201–43.

Spurr, M. S. 1986. *Arable Cultivation in Roman Italy c.200 B.C.–c.A.D. 100*. Journal of Roman Studies Monographs 3. London: Society for the Promotion of Roman Studies.

Stephens, J. L. 1843. *Incidents of Travel in Yucatán*. Norman: University of Oklahoma Press, 1962.

Thompson, R., G. M. Turner, M. Stiller, and A. Kaufman. 1985. Near East paleomagnetic secular variation recorded in sediments from the Sea of Galillee (Lake Kinneret). *Quaternary Research* 23:175–88.

Turner, B. L., II, P. Klepeis, and L. C. Schneider. 2003. Three millennia in the Southern Yucatán Peninsula: Implications for occupancy, use, and carrying capacity. In *The Lowland Maya Area*, 361–87.

Van Andel, T. H., E. Zangger, and A. Demitrack. 1990. Land use and soil erosion in prehistoric and historical Greece. *Journal of Field Archaeology* 17:379–96.

Vita-Finzi, C. 1969. *The Mediterranean Valleys: Geological Changes in Historical Times*. Cambridge: Cambridge University Press.

White, K. D. 1970. *Roman Farming*. Ithaca: Cornell University Press.

———. 1973. Roman agricultural writers I: Varro and his predecessors. In *Von Den Anfängen Roms bis zum Ausgang Der Republik*, 3:439–97. *Aufstieg und Niedergang der Römischen Welt* 1.4. Berlin: Walter de Gruyter.

Williams, M. 2003. *Deforesting the Earth: From Prehistory to Global Crisis*. Chicago: University of Chicago Press.

Zangger, E. 1992. Neolithic to present soil erosion in Greece. In *Past and Present Soil Erosion: Archaeological and Geographical Perspectives*, ed. M. Bell and J. Boardman, 133–47. Oxbow Monograph 22. Oxford: Oxbow Books.

———. 1992. Prehistoric and historic soils in Greece: Assessing the natural resources for agriculture. In *Agriculture in Ancient Greece*, 13–18.

5. ПУСТЬ ЕДЯТ КОЛОНИИ

Bork, H.-R. 1989. Soil erosion during the past millennium in Central Europe and its significance within the geomorphodynamics of the Holocene. In *Landforms and Landform Evolution in West Germany*, ed. F. Ahnert, 121–31.

Catena Suppl. no. 15.

Brown, J. C. 1876. *Reboisement in France: Or, Records of the Replanting of the Alps, the Cevennes, and the Pyrenees with Trees, Herbage, and Brush, with a View to Arresting and Preventing the Destructive Effects of Torrents*. London: Henry S. King.

Clark, G. 1991. Yields per acre in English agriculture, 1250–1860: evidence from labour inputs, *Economic History Review* 44:445–60.

———. 1992. The economics of exhaustion, the Postan Thesis, and the Agricultural Revolution. *Journal of Economic History* 52:61–84.

Cohen, J. E. 1995. *How Many People Can the Earth Support?* New York: W. W. Norton.

De Castro, J. 1952. *The Geography of Hunger*. Boston: Little, Brown.

Dearing, J. A., K. Alström, A. Bergman, J. Regnell, and P. Sandgren. 1990. Recent and long-term records of soil erosion from southern Sweden. In *Soil Erosion on Agricultural Land*, ed. J. Boardman, I. D. L. Foster, and J. A. Dearing, 173–91. New York: John Wiley and Sons.

Dearing, J. A., H. Håkansson, B. Liedberg-Jönsson, A. Persson, S. Skansjö, D. Widholm, and F. El-Daoushy. 1987. Lake sediments used to quantify the erosional response to land use change in southern Sweden. *Oikos* 50:60–78.

Dennell, R. 1978. *Early farming in South Bulgaria from the VI to the III Millennia B.C.* BAR International Series (Supplementary) 45. Oxford.

Edwards, K. J., and K. M. Rowntree. 1980. Radiocarbon and palaeoenvironmental evidence for changing rates of erosion at a Flandrian stage site in Scotland. In *Timescales in Geomorphology*, ed. R. A. Cullingford, D. A. Davidson, and J. Lewin, 207–23. Chichester: John Wiley and Sons.

Evans, R. 1990. Soil erosion: Its impact on the English and Welsh landscape since woodland clearance. In *Soil Erosion on Agricultural Land*, 231–54.

Evelyn, J. 1679. *Terra, a Philosophical Essay of Earth*. London: Printed for John Martyn, Printer to the Royal Society.

Godwin, W. 1793. *An Enquiry concerning Political Justice and Its Influence on General Virtue and Happiness*. Vol. 2. London: Robinson.

Hutton, J. 1795. *Theory of the Earth, with Proofs and Illustrations*. Vol. 2. Edinburgh: William Creech.

Hyams, E. 1952. *Soil and Civilization*. London: Thames and Hudson.

Judson, S. 1968. Erosion of the land, or what's happening to our continents? *American Scientist* 56:356–74.

Kalis, A. J., J. Merkt, and J. Wunderlich. 2003. Environmental changes during the Holocene climatic optimum in central Europe—human impact and natural causes. *Quaternary Science Reviews* 22:33–79.

Lane, C. 1980. The development of pastures and meadows during the sixteenth and seventeenth centuries. *Agricultural Review* 28:18–30.

Lang, A. 2003. Phases of soil erosion-derived colluviation in the loess hills of South Germany. *Catena* 51:209–21.

Lang, A., H.-P. Niller, and M. M. Rind. 2003. Land degradation in Bronze Age Germany: Archaeological, pedological, and chronological evidence from a hilltop settlement on the Frauenberg, Niederbayern. *Geoarchaeology* 18:757–78.

Lowdermilk, W. C. 1953. *Conquest of the Land Through 7,000 Years*. U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service, Agriculture Information Bulletin 99. Washington, DC: GPO.

Lowry, S. T. 2003. The agricultural foundation of the seventeenth-century English economy, *History of Political Economy* 35, Suppl. 1:74–100.

Mäckel, R., R. Schneider, and J. Seidel. 2003. Anthropogenic impact on the landscape of Southern Badenia (Germany) during the Holocene—documented by colluvial and alluvial sediments. *Archaeometry* 45:487–501.

Malthus, T. 1798. *An Essay on the Principle of Population, as It Affects the Future Improvement of Society: with Remarks on the Speculations of Mr. Godwin, M. Condorcet, and Other Writers*. London: J. Johnson.

Markham, G. 1631. *Markhams Farewell to Husbandry; Or, The Enriching of All Sorts of Barren and Sterile Grounds in Our Kingdome, to be as Fruitful in All Manner of Graine, Pulse, and Grasse, as the Best Grounds Whatsoever*. Printed by Nicholas Okes for John Harison, at the figure of the golden Unicorne in Paternester-row.

Marsh, G. P. 1864. *Man and Nature; or, Physical Geography as Modified by Human Action*. New York: Charles Scribner.

Marx, K. 1867. *Capital: A Critique of Political Economy*. Vol. 1. New York: Vintage Books, 1977.

Melvin, J. 1887. Hutton's views of the vegetable soil or mould, and vegetable and animal life. *Transactions of the Edinburgh Geological Society* 5:468–83.

Morhange, C., F. Blanc, S. Schmitt-Mercury, M. Bourcier, P. Carbonel, C. Oberlin, A. Prone, D. Vivent, and A. Hesnard. 2003. Stratigraphy of late-Holocene deposits of the ancient harbour of Marseilles, southern France. *Holocene* 13:593–604.

Mortimer, J. 1708. *The Whole Art of Husbandry; Or, The Way of Managing and Improving of Land*. London: Printed by F. H. for H. Mortlock at the *Phoenix*, and J. Robinson at the *Golden Lion* in St. Paul's Church-Yard.

Playfair, J. 1802. *Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth*. London: Cadell and Davies / Edinburgh: William Creech.

Reclus, E. 1871. *The Earth*. New York: G. P. Putnam and Sons.

Ross, E. B. 1998. *The Malthus Factor: Poverty, Politics and Population in Capitalist Development*. London: Zed Books.

Simkhovitch, V. G. 1913. Hay and history. *Political Science Quarterly* 28:385–403.

Smith, C. D. 1972. Late Neolithic settlement, land-use and Garigue in the Montpellier Region, France. *Man* 7:397–407.

Surell, A. 1870. *A Study of the Torrents in the Department of the Upper Alps*. Trans. A. Gibney. Paris: Dunod.

van de Westeringh, W. 1988. Man-made soils in the Netherlands, especially in sandy areas (“Plaggen soils”). In *Man-Made Soils*, ed. W.

Groenman-van Waateringe and M. Robinson, 5–19. Symposia of the Association for Environmental Archaeology 6, BAR International Series 410. Oxford.

Van Hooff, P. P. M., and P. D. Jungerius. 1984. Sediment source and storage in small watersheds of the Keuper marls in Luxembourg, as indicated by soil profile truncation and the deposition of colluvium. *Catena* 11:133–44.

Van Vliet-Lanoë, B., M. Helluin, J. Pellerin, and B. Valadas. 1992. Soil erosion in Western Europe: From the last interglacial to the present. In *Past and Present Soil Erosion: Archaeological and Geographical Perspectives*, ed. M. Bell and J. Boardman, 101–14. Oxbow Monograph 22. Oxford: Oxbow Books.

Whitney, M. 1925. *Soil and Civilization: A Modern Concept of the Soil and the Historical Development of Agriculture*. New York: D. Van Nostrand.

Zangger, E. 1992. Prehistoric and historic soils in Greece: Assessing the natural resources for agriculture. In *Agriculture in Ancient Greece*, ed. B. Wells, 13–19. Proceedings of the Seventh International Symposium at the Swedish Institute at Athens, 16–17 May, 1990. Acta Instituti Atheniensis Regni Sueciae, Series In 4, 42. Stockholm.

Zolitschka, B., K.-E. Behre, and J. Schneider. 2003. Human and climatic impact on the environment as derived from colluvial, fluvial and lacustrine archives—examples from the Bronze Age to the Migration period, Germany. *Quaternary Science Reviews* 22:81–100.

6. С МОТЫГОЙ НА ЗАПАД

Bagley, W. C., Jr. 1942. *Soil Exhaustion and the Civil War*. Washington, DC: American Council on Public Affairs.

de Beaujour, L. A. F. 1814. *Sketch of the United States of North America*. Trans. W. Walton. London: J. Booth.

Beer, G. L. 1908. *Origins of the British Colonial System, 1578–1660*. New York: Macmillan.

Brissot de Warville, J.-P. 1794. *New Travels in the United States of America, Performed in 1788*. London: J. S. Jordan.

Costa, J. E. 1975. Effects of agriculture on erosion and sedimentation in the Piedmont Province, Maryland. *Geological Society of America Bulletin* 86:1281–86.

Craven, A. O. 1925. *Soil Exhaustion as a Factor in the Agricultural History of Virginia and Maryland, 1606–1860*. University of Illinois Studies in the Social Sciences 13, no. 1. Urbana: University of Illinois.

Craven, J. H. 1833. Letter of John H. Craven. *Farmer's Register* 1:150.

Cronon, W. 1983. *Changes in the Land: Indians, Colonists, and the Ecology of New England*. New York: Hill and Wang.

Eliot, J. 1934. *Essays Upon Field Husbandry in New England and Other Papers, 1748–1762*. Ed. H. J. Carman, R. G. Tugwell, and R. H. True. New York: Columbia University Press.

Glenn, L. C. 1911. *Denudation and Erosion in the Southern Appalachian Region and the Monongahela Basin*. U.S. Geological Survey Professional Paper 72. Washington, DC: GPO.

Gottschalk, L. C. 1945. Effects of soil erosion on navigation in Upper Chesapeake Bay. *Geographical Review* 35:219–38.

Hall, A.R. 1937. *Early Erosion-Control Practices in Virginia*. U.S. Department of Agriculture Miscellaneous Publication 256. Washington, DC: GPO.

Happ, S. C. 1945. Sedimentation in South Carolina Piedmont valleys. *American Journal of Science* 243:113–26.

Hartmann, W. A., and H. H. Wooten. 1935. *Georgia Land Use Problems*. Bulletin 191, Georgia Agricultural Experiment Station.

Hartwell, H., J. Blair, and E. Chilton. 1727. *The Present State of Virginia, and the College*. London: John Wyat.

Hewatt, A. 1779. *An Historical Account of the Rise and Progress of the Colonies of South Carolina and Georgia*. London: A. Donaldson.

Jefferson, T. 1813. Letter to C.W. Peale, April 17, 1813. In *Thomas Jefferson's Garden Book*, annot. E. M. Betts, 509. Philadelphia: American Philosophical Society, 1944.

———. 1894. *The Writings of Thomas Jefferson*. Ed. P. L. Ford. Vol. 3. New York: G. P. Putnam and Sons.

Letter from Alabama. 1833. *Farmer's Register* 1:349.

Lorain, J. 1825. *Nature and Reason Harmonized in the Practice of Husbandry*. Philadelphia: H. C. Carey and L. Lea.

Lyell, C. 1849. *A Second Visit to The United States of North America*. Vol. 2. London: John Murray.

M. N. 1834. On improvement of lands in the central regions of Virginia. *Farmer's Register* 1:585–89.

Mann, C. C. 2002. The real dirt on rainforest fertility. *Science* 297:920–23.

McDonald, A. 1941. *Early American Soil Conservationists*. U.S. Department of Agriculture Miscellaneous Publication 449. Washington, DC: GPO.

Meade, R. H. 1982. Sources, sinks, and storage of river sediment in the Atlantic drainage of the United States. *Journal of Geology* 90:235–52.

Overstreet, W. C., A.M. White, J.W. Whitlow, P. K. Theobald, D.W. Caldwell, and N. P. Cuppels. 1968. *Fluvial monazite deposits in the southeastern United States*. U.S. Geological Survey Professional Paper 568. Washington, DC: GPO.

Pasternack, G. B., G. S. Brush, and W. B. Hilgartner. 2001. Impact of historic land-use change on sediment delivery to a Chesapeake Bay subestuarine delta. *Earth Surface Processes and Landforms* 26:409–27.

Phillips, U. B. 1909. *Plantation and Frontier Documents: 1649–1863*. Vol. 1. Cleveland: Arthur H. Clark.

Ruffin, E. 1832. *An Essay on Calcareous Manures*. Ed. J. C. Sitterson. Cambridge, MA: Harvard University Press, Belknap Press, 1961.

Schoepf, J. D. 1911. *Travels in the Confederation: 1783–1784*. Trans. A. J. Morrison and William J. Campbell. Philadelphia: W. J. Campbell.

Shafer, D. S. 1988. Late Quaternary landscape evolution at Flat Laurel Gap, Blue Ridge Mountains, North Carolina. *Quaternary Research* 30:7–11.

Smith, N. J. H. 1980. Anthrosols and human carrying capacity in Amazonia. *Annals of the Association of American Geographers* 70:553–66.

Stoll, S. 2002. *Larding the Lean Earth: Soil and Society in Nineteenth-Century America*. New York: Hill and Wang.

Taylor, J. 1814. *Arator, Being a Series of Agricultural Essays, Practical and Political*. Columbia: J. M. Carter.

Toulmin, H. 1948. *The Western Country in 1793: Reports on Kentucky and Virginia*. Ed. M. Tinsling and G. Davies. San Marino, CA: Henry E. Huntington Library and Art Gallery.

U.S. Congress. Senate. 1850. *Report of the Commissioner of Patents for the Year 1849, part 2, Agriculture*. 31st Congress, 1st sess. Ex. Doc. 15. Washington, DC: GPO.

Washington, G. 1803. *Letters from His Excellency George Washington to Arthur Young, Esq., F.R.S., and Sir John Sinclair, Bart., M.P.: Containing an Account of His Husbandry with His Opinions on Various Questions in Agriculture*. Alexandria, VA: Cottom and Stewart.

———. 1892. *The Writings of George Washington*. Ed. W. C. Ford. Vol. 13. New York: G. P. Putnam and Sons.

White, A. 1910. A briefe relation of the voyage unto Maryland, 1634. In *Narratives of Early Maryland, 1633–1684*, ed. C. C. Hall, 22–45. New York: Charles Scribner.

Wolman, M. G. 1967. A cycle of sedimentation and erosion in urban river channels. *Geografiska Annaler* 49A:385–95.

7. ПЫЛЕВОЙ ПОТОК

Alexander, E. B. 1988. Rates of soil formation: Implications for soil-loss tolerance. *Soil Science* 145:37–45.

Bennett, H. H. 1936. *Soil Conservation and Flood Control*. U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service, Miscellaneous Publication 11. Washington, DC: GPO.

Bennett, H. H., and W. R. Chapline. 1928. *Soil Erosion, A National Menace*. U.S. Department of Agriculture, Bureau of Chemistry and Soils and Forest Service, Circular 3. Washington, DC: GPO.

Borchert, J. R. 1971. The Dust Bowl in the 1970s. *Annals of the Association of American Geographers* 61:1–22.

Brown, L. R. 1981. World population growth, soil erosion, and food security. *Science* 214:995–1002.

Busacca, A., L. Wagoner, P. Mehringer, and M. Bacon. 1998. Effect of human activity on dustfall: A 1,300-year lake-core record of dust deposition on the Columbia Plateau, Pacific Northwest U.S.A. In *Dust Aerosols, Loess Soils & Global Change*, ed. A. Busacca, 8–11. Publication MISC0190. Pullman: Washington State University.

Catt, J. A. 1988. Loess—its formation, transportation and economic significance. In *Physical and Chemical Weathering in Geochemical Cycles*, ed. A. Lerman, and M. Meybeck, 251:113–42. NATO Advanced Science Institutes Series C: Mathematical and Physical Sciences. Dordrecht: Kluwer Academic.

Clay, J. 2004. *World Agriculture and the Environment*. Washington, DC: Island Press.

Craven, A. O. 1925. *Soil Exhaustion as a Factor in the Agricultural History of Virginia and Maryland, 1606–1860*. University of Illinois Studies in the Social Sciences 13, no. 1. Urbana: University of Illinois.

Davis, R. O. E. 1914. Economic waste from soil erosion. In [1913] *Yearbook of the United States Department of Agriculture*, 207–20. Washington, DC: GPO.

Dazhong, W. 1993. Soil erosion and conservation in China. In *World Soil Erosion and Conservation*, ed. D. Pimentel, 63–85. Cambridge: Cambridge University Press.

Dunne, T., W. E. Dietrich, and M. J. Brunengo. 1978. Recent and past erosion rates in semi-arid Kenya. *Zeitschrift für Geomorphologie, N. F.*, Suppl. 29:130–40.

Hunsberger, B., J. Senior, and S. Carter. 1999. Winds spawn deadly pileups. *Sunday Oregonian*, September 26, A1.

Hurni, H. 1993. Land degradation, famine, and land resource scenarios in Ethiopia. In *World Soil Erosion and Conservation*, 27–61.

Hyams, E. 1952. *Soil and Civilization*. London: Thames and Hudson.

Jacobberger, P. A. 1988. Drought-related changes to geomorphologic processes in central Mali. *Geological Society of America Bulletin* 100:351–61.

Johnson, W. D. 1902. The High Plains and their utilization. In *Twenty-Second Annual Report of the United States Geological Survey*, 637–69. Washington, DC: GPO.

- Kaiser, J. 2004. Wounding Earth's fragile skin. *Science* 304:1616–18.
- Kaiser, V. G. 1961. Historical land use and erosion in the Palouse—A reappraisal. *Northwest Science* 35:139–53.
- Lal, R. 1993. Soil erosion and conservation in West Africa. In *World Soil Erosion and Conservation*, 7–25.
- Larson, W. E., F. J. Pierce, and R. H. Dowdy. 1983. The threat of soil erosion to long-term crop production. *Science* 219:458–65.
- Le Houérou, H. N. 1996. Climate change, drought and desertification. *Journal of Arid Environments* 34:133–85.
- Lowdermilk, W. C. 1935. *Soil Erosion and Its Control in the United States*. U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service, Miscellaneous Publication 3. Washington, DC: GPO.
- . 1936. *Man-made deserts*. U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service, Miscellaneous Publication 4.
- . 1941. Conquest of the Land. In *Papers on Soil Conservation, 1936–1941*. U.S. Soil Conservation Service.
- Mäckel, R., and D. Walther. 1984. Change of vegetation cover and morphodynamics—a study in applied geomorphology in the semi-arid lands of Northern Kenya, *Zeitschrift für Geomorphologie, N. F.*, Suppl. 51:77–93.
- McCool, D. K., J. A. Montgomery, A. J. Busacca, and B. E. Frazier. 1998. Soil degradation by tillage movement. *Advances in Geo-Ecology* 31:327–32.
- Nasrallah, H. A., and R. C. Balling, Jr. 1995. Impact of desertification on temperature trends in the Middle East. *Environmental Monitoring and Assessment* 37:265–71.
- National Research Council. Committee on the role of alternative farming methods in modern production agriculture. 1989. *Alternative Agriculture*. Washington, DC: National Academy Press.
- Nearing, M. A., F. F. Pruski, and M. R. O'Neal. 2004. Expected climate change impacts on soil erosion rates: A review. *Journal of Soil and Water Conservation* 59:43–50.
- Pearce, F. 2001. Desert harvest. *New Scientist* 172:44.
- Peng, S., J. Huang, J. E. Sheehy, R. C. Laza, R. M. Visperas, X. Zhong, G. S. Centeno, G. S. Khush, and K. G. Cassman. 2004. Rice yields decline with higher night temperature from global warming.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 101:9971–75.

Pimentel, D. 1993. Overview. In *World Soil Erosion and Conservation*, 1–5.

Pimentel, D., J. Allen, A. Beers, L. Guinand, A. Hawkins, R. Linder, P.

McLaughlin, B. Meer, D. Musonda, D. Perdue, S. Poisson, R. Salazar, S. Siebert, and K. Stoner. 1993. Soil erosion and agricultural productivity. In *World Soil Erosion and Conservation*, 277–92.

Pimentel, D., C. Harvey, P. Resosudarmo, K. Sinclair, D. Kurz, M. McNair, S. Crist, L. Shpritz, L. Fitton, R. Saffouri, and R. Blair. 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science* 267:1117–23.

Ponting, C. 1993. *A Green History of the World: The Environment and the Collapse of Great Civilizations*. New York: Penguin Books.

Saiko, T. A. 1995. Implications of the disintegration of the former Soviet Union for desertification control. *Environmental Monitoring and Assessment* 37: 289–302.

Sampson, R. N. 1981. *Farmland or Wasteland: A Time to Choose*. Emmaus, PA: Rodale Press.

Schickele, R., J. P. Himmel, and R. M. Hurd. 1935. *Economic Phases of Erosion Control in Southern Iowa and Northern Missouri*. Iowa Agricultural Experiment Station Bulletin 333. Ames: Iowa State College of Agriculture and Mechanic Arts.

Schindler, D. W., and W. F. Donahue. 2006. An impending water crisis in Canada's western prairie provinces. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103:7210–16.

Shaler, N. S. 1891. The origin and nature of soils. In *Papers Accompanying the Annual Report of the Director of the U.S. Geological Survey for the Fiscal Year Ending June 30, 1891*, 211–345. U.S. Geological Survey. Washington, DC: GPO.

———. 1905. *Man and the Earth*. New York: Fox, Duffield.

Swift, J. 1977. Sahelian pastoralists: Underdevelopment, desertification, and famine. *Annual Review of Anthropology* 6:457–78.

Syvitski, J. P. M., C. J. Vörösmarty, A. J. Kettner, and P. Green. 2005. Impact of humans on the flux of terrestrial sediment to the global coastal ocean. *Science* 308:376–80.

Throckmorton, R. I., and L. L. Compton. 1938. Soil erosion by wind. *Report of the Kansas State Board of Agriculture* 56, no. 224-A.

Trimble, S.W., and S.W. Lund. 1982. *Soil Conservation and the Reduction of Erosion and Sedimentation in the Coon Creek Basin, Wisconsin*. U.S. Geological Survey Professional Paper 1234. Washington, DC: GPO.

U.S. Congress. House of Representatives. Great Plains Committee. 1936. *The Future of the Great Plains*, 75th Congress, 1st sess. HD 144. Washington, DC: GPO.

U.S. Department of Agriculture (USDA). 1979. *Erosion in the Palouse: A Summary of the Palouse River Basin Study*. U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service, Forest Service, and Economics, Statistics, and Cooperative Service.

Wade, N. 1974. Sahelian drought: No victory for Western aid. *Science* 185:234–37.

Wakatsuki, T., and A. Rasyidin. 1992. Rates of weathering and soil formation. *Geoderma* 52:251–63.

Worster, D. 1979. *Dust Bowl: The Southern Plains in the 1930s*. New York: Oxford University Press.

Zonn, I. S. 1995. Desertification in Russia: Problems and solutions (An example in the Republic of Kalmykia-Khalmg Tangch). *Environmental Monitoring and Assessment* 37:347–63.

8. ГРЯЗНОЕ ДЕЛО

Appenzeller, T. 2004. The end of cheap oil. *National Geographic* 205 (6): 80–109.

Bennett, H. H. 1947. Soil conservation in the world ahead. *Journal of Soil and Water Conservation* 2:43–50.

Blevins, R. L., R. Lal, J.W. Doran, G.W. Langdale, and W.W. Frye. 1998. Conservation tillage for erosion control and soil quality. In *Advances in Soil and Water Conservation*, ed. F. J. Pierce and W. W. Fry, 51–68. Chelsea, MI: Ann Arbor Press.

Buman, R. A., B. A. Alesii, J. L. Hatfield, and D. L. Karlen. 2004. Profit, yield, and soil quality effects of tillage systems in corn—soybeans. *Journal of Soil and Water Conservation* 59:260–270.

Catt, J. A. 1992. Soil erosion on the Lower Greensand at Woburn Experimental Farm, Bedfordshire—Evidence, history, and causes. In *Past and Present Soil Erosion: Archaeological and Geographical Perspectives*, ed. M. Bell and J. Boardman, 67–76. Oxbow Monograph 22. Oxford: Oxbow Books.

Craswell, E. T. 1993. The management of world soil resources for sustainable agricultural production. In *World Soil Erosion and Conservation*, ed. D. Pimentel, 257–76. Cambridge Studies in Applied Ecology and Resource Management. Cambridge: Cambridge University Press.

Crookes, William. 1900. *The Wheat Problem: Based on Remarks Made in the Presidential Address to the British Association at Bristol in 1898*. New York: G. P. Putnam and Sons.

Drinkwater, L. E., P. Wagoner, and M. Sarrantonio. 1998. Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. *Nature* 396: 262–65.

Egan, T. 2004. Big farms reap two harvests with subsidies a bumper crop. *New York Times*, December 26, 2004, 1, 28.

Fan, T., B. A. Stewart, W. A. Payne, W. Yong, J. Luo, and Y. Gao. 2005. Longterm fertilizer and water availability effects on cereal yield and soil chemical properties in Northwest China. *Soil Science Society of America Journal* 69:842–55.

Faulkner, E. H. 1943. *Plowman's Folly*. New York: Grosset and Dunlap.

Hall, A.D. 1917. *The Book of the Rothamsted Experiments*. 2nd ed. Rev. E. J. Russell. New York: E. P. Dutton.

Hilgard, E.W. 1860. *Report on the Geology and Agriculture of the State of Mississippi*. Jackson: E. Barksdale.

Hooke, R. L. 1999. Spatial distribution of human geomorphic activity in the United States: Comparison with rivers. *Earth Surface Processes and Landforms* 24:687–92.

Howard, A. 1940. *An Agricultural Testament*. London: Oxford University Press.

Jackson, W. 2002. Farming in nature's image: Natural systems agriculture. In *The Fatal Harvest Reader: The Tragedy of Industrial Agriculture*, ed. A. Kimbrell, 65–75. Washington, DC: Island Press.

———. 2002. Natural systems agriculture: a truly radical alternative. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 88:111–17.

Jenny, H. 1961. “E. W. Hilgard and the Birth of Modern Soil Science.”

Agrochimica, ser. 3 (Pisa).

Johnston, A. E., and G. E. G. Mattingly. 1976. Experiments on the continuous growth of arable crops at Rothamsted and Woburn Experimental Stations: Effects of treatments on crop yields and soil analyses and recent modifications in purpose and design. *Annals of Agronomy* 27:927–56.

Johnson, C. B., and W. C. Moldenhauer. 1979. Effect of chisel versus moldboard plowing on soil erosion by water. *Soil Science Society of America Journal* 43:177–79.

Judson, S. 1968. Erosion of the land, or what’s happening to our continents? *American Scientist* 56:356–74.

Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* 304:1623–27.

Lal, R., M. Griffin, J. Apt, L. Lave, and M. G. Morgan. 2004. Managing soil carbon. *Science* 304:39.

Liebig, J. 1843. *Chemistry in Its Application to Agriculture and Physiology*. Ed. from the manuscript of the author by L. Playfair. Philadelphia: James M. Campbell / New York: Saxton and Miles.

Lockeretz, W., G. Shearer, R. Klepper, and S. Sweeney. 1978. Field crop production on organic farms in the Midwest. *Journal of Soil and Water Conservation* 33:130–34.

Mäder, P., A. Fließbach, D. Dubois, L. Gunst, P. Fried, and U. Niggli. 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296:1694–97.

Mallory, W. H. 1926. *China: Land of Famine*. Special Publication 6. New York: American Geographical Society.

Matson, P. A., W. J. Parton, A. G. Power, and M. J. Swift. 1997. Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science* 277:504–9.

McNeill, J. R., and V. Winiwarter. 2004. Breaking the sod: Humankind, history, and soil. *Science* 304:1627–29.

Morgan, R. P. C. 1985. Soil degradation and erosion as a result of agricultural practice. In *Geomorphology and Soils*, ed. K. S. Richards, R. R. Arnett, and S. Ellis, 379–95. London: George Allen and Unwin.

Mosier, A. R., K. Syers, and J. R. Freney. 2004. *Agriculture and the Nitrogen Cycle*. Washington, DC: Island Press.

Musgrave, G. W. 1954. Estimating land erosion-sheet erosion. *Association internationale d'Hydrologie scientifique, Assemblée générale de Rome*, 1: 207–15.

Pimentel, D., P. Hepperly, J. Hanson, D. Douds, and R. Seidel. 2005. Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *BioScience* 55:573–82.

Reganold, J. 1989. Farming's organic future. *New Scientist* 122:49–52.

Reganold, J. P., L. F. Elliott, and Y. L. Unger. 1987. Long-term effects of organic and conventional farming on soil erosion. *Nature* 330:370–72.

Reganold, J. P., J. D. Glover, P. K. Andrews, and H. R. Hinman. 2001. Sustainability of three apple production systems. *Nature* 410:926–30.

Reganold, J. P., A. S. Palmer, J. C. Lockhart, and A. N. Macgregor. 1993. Soil quality and financial performance of biodynamic and conventional farms in New Zealand. *Science* 260:344–49.

Rosset, P., J. Collins, and F. M. Lappe. 2000. Lessons from the Green Revolution. *Tikkun Magazine* 15 (2): 52–56.

Ruffin, E. 1832. *An Essay on Calcareous Manures*. Ed. J. C. Sitterson. Cambridge, MA: Harvard University Press, Belknap Press, 1961.

Smil, V. 2001. *Enriching the Earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production*. Cambridge, MA: MIT Press.

Stuiver, M. 1978. Atmospheric carbon dioxide and carbon reservoir changes: Reduction in terrestrial carbon reservoirs since 1850 has resulted in atmospheric carbon dioxide increases. *Science* 199:253–58.

Tanner, C. B., and R. W. Simonson. 1993. Franklin Hiram King—pioneer scientist. *Soil Science Society of America Journal* 57:286–92.

Taylor, R. H. 1930. Commercial fertilizers in South Carolina. *South Atlantic Quarterly* 29:179–89.

Tiessen, H., E. Cuevas, and P. Chacon. 1994. The role of soil organic matter in sustaining soil fertility. *Nature* 371:783–85.

Truman, C. C., D.W. Reeves, J. N. Shaw, A. C. Motta, C. H. Burmester, R. L. Raper, and E. B. Schwab. 2003. Tillage impacts on soil property, runoff, and soil loss variations from a Rhodic Paleudult under simulated rainfall. *Journal of Soil and Water Conservation* 58:258–67.

Ursic, S. J., and F. E. Dendy. 1965. Sediment yields from small watersheds under various land uses and forest covers. *Proceedings of the Federal Inter-Agency Sedimentation Conference, 1963*, 47–52. U.S. Department of Agriculture, Miscellaneous Publication 970. Washington, DC: GPO.

U.S. Department of Agriculture (USDA). 1901. *Exhaustion and Abandonment of Soils: Testimony of Milton Whitney, Chief of Division of Soils, Before The Industrial Commission*. U.S. Department of Agriculture, Report 70. Washington, DC: GPO.

Van Hise, C. R. 1916. *The Conservation of Natural Resources in the United States*. New York: Macmillan.

Whitney, M. 1909. *Soils of the United States*. U.S. Department of Agriculture, Bureau of Soils Bulletin 55. Washington, DC: GPO.

———. 1925. *Soil and Civilization: A Modern Concept of the Soil and the Historical Development of Agriculture*. New York: D. Van Nostrand.

Wilson, D. 2001. *Fateful Harvest: The True Story of a Small Town, a Global Industry, and a Toxic Secret*. New York: HarperCollins.

Wines, R. A. 1985. *Fertilizer in America: From Waste Recycling to Resource Exploitation*. Philadelphia: Temple University Press.

Yoder, D.C., T. L. Cope, J. B. Wills, and H. P. Denton. 2005. No-till transplanting of vegetable and tobacco to reduce erosion and nutrient surface runoff. *Journal of Soil and Water Conservation* 60:68–72.

9. ОСТРОВА ВО ВРЕМЕНИ

Arnalds, A. 1998. Strategies for soil conservation in Iceland. *Advances in Geo-Ecology* 31:919–25.

Arnalds, O. 2000. The Icelandic 'Rofabard' soil erosion features. *Earth Surface Processes and Landforms* 25:17–28.

Buckland, P., and A. Dugmore. 1991. "If this is a refugium, why are my feet so bloody cold?" The origins of the Icelandic biota in the light of recent research. In *Environmental Change in Iceland: Past and Present*, ed. J. K. Maizels, and C. Caseldine, 107–25. Dordrecht: Kluwer Academic.

Dugmore, A., and P. Buckland. 1991. Tephrochronology and late Holocene soil erosion in South Iceland. In *Environmental Change in Iceland*, 147–59.

Gerrard, A. J. 1985. Soil erosion and landscape stability in southern Iceland: a tephrochronological approach. In *Geomorphology and Soils*, ed. K. S. Richards, R. R. Arnett, and S. Ellis, 78–95. London: George Allen and Unwin.

Gerrard, J. 1991. An assessment of some of the factors involved in recent landscape change in Iceland. In *Environmental Change in Iceland*, 237–53.

Gísladóttir, G. 2001. Ecological disturbance and soil erosion on grazing land in Southwest Iceland. In *Land Degradation*, ed. A. J. Co-nacher, 109–26. Dordrecht: Kluwer Academic.

Hunt, T. L., and C. P. Lipo. 2006. Late colonization of Easter Island. *Science* 311:1603–6.

Kirch, P. V. 1996. Late Holocene human-induced modifications to a central Polynesian island ecosystem. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 93:5296–5300.

———. 1997. Microcosmic histories: Island perspectives on "global" change. *American Anthropologist* 99 (1): 30–42.

Luke, H. 1952. A visit to Easter Island. *Geographical Magazine* 25:298–306.

Mann, D., J. Chase, J. Edwards, W. Beck, R. Reanier, and M. Mass. 2003. Prehistoric destruction of the primeval soils and vegetation of Rapa Nui (Isla de Pascua, Easter Island). In *Easter Island: Scientific Exploration into the World's Environmental Problems in Microcosm*, ed. J. Loret and J. T. Tancredi, 133–53. Dordrecht: Kluwer Academic / New York: Plenum.

Mieth, A., and H.-R. Bork. 2005. History, origin and extent of soil erosion on Easter Island (Rapa Nui). *Catena* 63:244–60.

Ólafsdóttir, R., and H. J. Guðmundsson. 2002. Holocene land degradation and climatic change in northeastern Iceland. *Holocene* 12:159–67.

Ponting, C. 1993. *A Green History of the World: The Environment and the Collapse of Great Civilizations*. New York: Penguin Books.

Sveinbjarnardóttir, G. 1991. A study of farm abandonment in two regions of Iceland. In *Environmental Change in Iceland*, 161–77.

Williams, J. 1837. *A Narrative of Missionary Enterprises in the South Sea Islands*. London: J. Snow.

Williams, M. 2003. *Deforesting the Earth: From Prehistory to Global Crisis*. Chicago: University of Chicago Press.

10. СРОК ЖИЗНИ ЦИВИЛИЗАЦИЙ

Berry, W. 2002. The whole horse. In *The Fatal Harvest Reader: The Tragedy of Industrial Agriculture*, ed. A. Kimbrell, 39–48. Washington, DC: Island Press.

Cassman, K. G. 1999. Ecological intensification of cereal production systems: Yield potential, soil quality, and precision agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 96:5952–59.

Cassman, K. G., S. K. De Datta, D. C. Olk, J. Alcantara, M. Samson, J. Descalsota, and M. Dizon. 1995. Yield decline and the nitrogen economy of longterm experiments on continuous, irrigated rice systems in the tropics. In *Soil Management: Experimental Basis for Sustainability and Environmental Quality*, ed. R. Lal and B. A. Stewart, 181–222. Boca Raton: Lewis Publishers.

Ehrlich, P. R., A. H. Ehrlich, and G. C. Daily. 1993. Food security, population and environment. *Population and Development Review* 19:1–32.

Engels, F. 1844. The myth of overpopulation. In *Marx and Engels on Malthus*, ed. R. L. Meek, trans. D. L. Meek and R. L. Meek, 57–63. London: Lawrence and Wishart, 1953.

Huston, M. 1993. Biological diversity, soils, and economics. *Science* 262:1676–80.

- Kaiser, J. 2004. Wounding Earth's fragile skin. *Science* 304:1616–18.
- Larson, W. E., F. J. Pierce, and R. H. Dowdy. 1983. The threat of soil erosion to long-term crop production. *Science* 219:458–65.
- Pimentel, D., J. Allen, A. Beers, L. Guinand, R. Linder, P. McLaughlin, B. Meer, D. Musonda, D. Perdue, S. Poisson, S. Siebert, K. Stoner, R. Salazar, and A. Hawkins. 1987. World agriculture and soil erosion. *BioScience* 37:277–83.
- Pimentel, D., C. Harvey, P. Resosudarmo, K. Sinclair, D. Kurz, M. McNair, S. Crist, L. Shpritz, L. Fitton, R. Saffouri, and R. Blair. 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science* 267: 1117–23.
- Saunders, I., and A. Young. 1983. Rates of surface processes on slopes, slope retreat and denudation. *Earth Surface Processes and Landforms* 8:473–501.
- Smith, A. 1776. *Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. London: W. Strahan and T. Cadell.
- Tilman, D. 1999. Global environmental impacts of agricultural expansion: The need for sustainable and efficient practices. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 96:5995–6000.
- Tilman, D., J. Fargione, B. Wolff, C. D'Antonio, A. Dobson, R. Howarth, D. Schindler, W. H. Schlesinger, D. Simberloff, and D. Swackhamer. 2001. Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science* 292: 281–284.
- United Nations Development Programme. 1996. *Urban Agriculture: Food, Jobs and Sustainable Cities*. New York.
- Vitousek, P. M., H. A. Mooney, J. Lubchenco, and J. M. Melillo. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science* 277:494–99.
- Wilkinson, B. H. 2005. Humans as geologic agents: A deep-time perspective. *Geology* 33:161–64.

Дэвид Р. Монтгомери

ПОЧВА
Эрозия цивилизаций

Перевод на русский язык осуществлен под общей редакцией доктора сельскохозяйственных наук, профессора Хафиза Муминджанова

Верстка и дизайн:
Мадибаев Тимур (it@log.tj)

Формат 150x230 мм.
Гарнитура «Garamond».
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Тираж 1000. Заказ №001-15



Естественная история/Экология/Сохранение ресурсов

Земля – или почва – она везде, куда бы мы ни пошли. Она корень нашего существования, опора нашим ногам, нашим полям, нашим городам. В этой многоплановой провокационной книге через призму событий естественной и культурной истории показано, как эрозия почв сокрушала цивилизации прошлого и что такая же участь ожидает современные общества, если они не перейдут к более устойчивым способам ведения сельского хозяйства.

Лауреат премии штата Вашингтон за лучшее документальное произведение на тему общих знаний, присуждаемой Вашингтонским центром книги при Публичной библиотеке г. Сиэтла

«История, которую мы не можем позволить себе игнорировать... Рассказана ярко и выразительно».

Financial Times

«Увлекательное исследование почвы: зачем она нам нужна, как мы ее эксплуатировали и истощали, как нам ее защитить, что случится, если мы позволим себе ее потерять».

New Scientist

«[Книга предлагает] захватывающие откровения на тему, что следует считать нашим самым ценным ресурсом, и расставляет важные вехи на пути к устойчивому землепользованию».

Bioscience

«Чтобы удовлетворить спрос на продовольствие, а с недавних пор и на энергоносители, нам нужен научно обоснованный, исторически оправданный подход, который и предлагает Монтгомери»

Nature

Дэвид Р. Монтгомери – профессор кафедры наук о земле и космосе Вашингтонского университета, автор книги “*King of Fish: The Thousand-Year Run of Salmon*”.



Дизайн обложки: Клаудия Смелсер

Верстка и дизайн: Мадibaев Тимур (it@log.tj)

Иллюстрации на обложке:

Техника, погребенная во дворе недалеко от амбара. Даллас, Южная Дакота, 13 мая 1936 г.

(снимок MCX США № 00di0971 CD8151-971; доступен на сайте www.usda.gov/oc/photo/00di0971.htm)(фото);

Древнеегипетский плуг (Уитни, 1925).



2015

Международный
год почв

ISBN 978-92-5-408766-1 (FAO)



9 789254 087661