

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ КАК КОМПОНЕНТ БИОСФЕРЫ

Доклад члена-корреспондента АН СССР

В. А. КОВДЫ

Почвенный покров образует на земной планете особую биогеохимическую оболочку, охватывающую сушу и мелководья. Организмы (растения, животные, микробы) и почвы составляют сложные экологические системы — биогеоценозы, выполняющие в биосфере планеты важнейшие функции, которые обеспечивают само существование жизни. Это непрерывно текущий процесс биогенного накопления, трансформации и перераспределения энергии, поступающей от Солнца на Землю, поддержание на планете общемирового круговорота химических элементов, особенно таких биофилов, как кислород и водород, углерод и азот, фосфор и сера, кальций, магний и калий, медь, цинк и кобальт, йод и др. Система организмы ↔ почва осуществляет эти функции путем создания растительного органического вещества, используемого травоядными, зообиомасса которых потребляется многочисленными звеньями паразитов, хищников, некрофагов, почвенных беспозвоночных и микробов. Почвенный гумус — этот наиболее существенный результат почвообразовательного процесса — является одним из последних звеньев пищевых цепей от фотосинтезированного органического вещества до конечных продуктов его минерализации: воды и углекислоты, аммиака, нитратов и окислов азота, сероводорода и метана, простых окислов железа, алюминия и кремния, карбонатов, сульфатов, фосфатов.

Можно считать, что преобладающая доля живого вещества суши и потенциальной биогенной энергии сосредоточена в почвенном покрове Земли, в ее гумусовой оболочке. Почвенный покров, особенно гумус суши и мелководий служат общепланетарным аккумулятором и распределителем энергии, прошедшей через фотосинтез растений, и универсальным экраном, удерживающим в биосфере важнейшие биофильные элементы (углерод, азот, фосфор, серу, кальций, калий), защищая их этим путем от геохимического стока в Мировой океан.

Итак, синтез, превращение, разрушение и минерализация органических веществ, аккумуляция энергии и перераспределение ее в процессах питания организмов, избирательное поглощение химических элементов и концентрирование их через пищевые цепи в почве и в природных водах — вот те главные общепланетарные функции, которые выполняет в биосфере система организмы ↔ почва.

Однако почвенный покров и связанные с ним организмы осуществляют на Земле еще ряд важнейших функций, составляющих звенья все того же мирового биологического круговорота веществ. Почвенно-

растительный покров — это приемник атмосферных осадков, выпадающих на континентах; он играет определяющую роль в сложившемся на Земле балансе пресных водных масс, в формировании стока и химического состава воды на суше. Почвенный покров служит местообитанием бесчисленных форм и индивидуумов низших организмов, которые потенциально не менее полезны для человека, чем организмы высшие. Наконец, почвенный покров вместе с его микромиром играют роль универсального биологического адсорбента, пурификатора и нейтрализатора загрязнений, минерализатора остатков любых органических веществ суши. Именно благодаря этой функции почвенного покрова в биосфере человечество так долго (в историческом смысле) полагалось на «самоочищение природы» от тех отходов и отходов, которые растущее население и хозяйство отдавали во внешнюю среду.

Величина естественной продуктивности биогеоценозов определяется особенностями географической среды (свет, тепло, влага, воздух), свойствами почвенного покрова и репродуктивными — вегетативными способностями растений. В первом приближении она может быть измерена годичным приростом биомассы растений.

По данным Института агрохимии и почвоведения Академии наук СССР и кафедры почвоведения Московского университета, годичный прирост биомассы растений выражается следующими величинами:

	в %	в т/га
Мхи, лишайники	4—5	0,4—3,9
Тундра, ельники тайги	5—7	1,5—17
Лиственные леса	до 15	около 20
Травянистые ценозы лугов и степей	30—50	12—20
Тропические леса (по подсчетам)		20—30—40

Общая величина учтенной фитобиомассы и ежегодного ее прироста возрастает при более или менее оптимальном увлажнении в направлении от субполярных областей к экватору примерно в 30—35 раз. В первом приближении это возрастание пропорционально радиационному балансу, который, как известно, увеличивается в этом же направлении, однако радиационный баланс возрастает от полюсов к экватору примерно в 10 раз. Из этого следует, что, кроме радиационного баланса (и оптимального увлажнения), имеются другие столь же важные факторы биопродуктивности. Ими могут быть репродуктивная способность теплолюбивых растений или повышенное содержание углекислоты в воздухе субтропиков и тропиков, но, по-видимому, особая роль принадлежит возрасту, развитости, мощности и плодородию почвенного покрова, которые, возрастая от полюсов к экватору, создают более благоприятные экологические условия для растений, обеспечивая более расширенный запас и обмен биофильных элементов в экосистемах теплых и тропических областей.

Если проанализировать глобальную зависимость биопродуктивности от увлажнения, то намечается сходная картина. Известно, что в направлении от полюсов к экватору наблюдается общее возрастание и поступления солнечной энергии и количества атмосферных осадков. В этом заключается еще одна причина «оптимизации» экологических условий планеты в направлении к экватору и делается очевидным значение оросительных мелиораций, создающих базу хозяйственной биопродуктивности почв в засушливых областях мира. Для стран северного положения, таких, как Канада, СССР, столь же значительная роль принадлежит тепловым мелиорациям и методам утепления почв как средству

повышения биопродуктивности холодных ландшафтов. Но этот вид мелиорации пока еще мало изучен и используется в практике совершенно недостаточно.

Улучшая почвы как экологическую среду растений путем мелиорации, внося удобрения, обрабатывая ее, человек повышает биологическую продуктивность территории и выход полезной продукции. Вместе с тем обеспечиваются нормализация и улучшение общего режима биосферы.

•

Начало почвообразования относится к появлению наземной растительности на суше и насчитывает не более 300—400 млн лет. Возраст сохранившихся наиболее древних почв суши (аллитные, бокситовые, фериллитные почвы) — порядка нескольких миллионов лет. Преобладают на суше почвы гораздо более молодые, с возрастом 5—15—25—50 тыс. лет.

Организмы, воды, почвенный покров, кора выветривания суши и Мировой океан находятся в постоянном взаимодействии циклического характера. Макроморфология и геохимия океана и суши противоположны. Суша континентов в современную эпоху в целом является элювиальной суперсистемой, хотя обширные территории (20—25%) представлены на ней геохимически бессточными областями. Океан в целом — мировая аккумулятивная суперсистема. За год океан получает «гору» механических осадков высотой до 10—16 км с основанием до 1 км², содержащих 7—8% CaCO₃, 1—3% органики и 3—5% континентальных солей.

Океан возвращает некоторое количество этих компонентов на сушу и в почву отчасти биогенным, эоловым и водным путем (организмы, инфильтрация, трансгрессии, ингрессии, приливы, цунами), частью через вулканизм и горообразование.

Суша и почва — царство разрушения минералов изверженных пород, неосинтеза и ресинтеза вторичных минералов (глин, окислов, солей). Геохимически суша, особенно бессточные низменности, берега, заливы, мелководья, — это области испарительной и транспирационной аккумуляции различных солей. Растворы солей, образующиеся в почвах, достигают концентраций, которые неизвестны в океане, — 250—300—450 г/л. В океане ведущая роль принадлежит биогенному осаждению растворенных соединений. Испарительная и транспирационная садка в океане имеет подчиненное значение. В лагунах, эстуариях и дельтах оба процесса сочетаются. Исторически жизнь началась в океане в докембрии, задолго до начала почвообразования на суше. В последующем жизнь на суше стала определять изменения в химизме океана.

В итоге анализа дифференциации веществ между сушей и океаном можно говорить о биогеохимической асимметрии планеты. Океан (его воды) — область аккумуляции мировых запасов кислорода, водорода, хлоридов, сульфатов, карбонатов. Суша — область аккумуляции органических соединений углерода, азота и соединений кремния, алюминия, железа, калия.

Плодородие почв обусловлено небольшой толщиной поверхностных горизонтов порядка 2—8 м (для трав, древесных). Плодородие океана, если его измерять продуктивностью биомассы планктона, обязано слою 30—80—100 м и прослеживается на тысячи метров (Л. А. Зенкевич, 1967).

Цивилизация, особенно в последнее столетие, коренным образом усилила все формы поступления вещества (взвешенного, растворенного,

газообразного) с суши в океан. Нормальная эрозия суши превратилась в катастрофически ускоренную. Дренаж осушенных и орошаемых территорий повысил в несколько раз минерализацию и разнообразие состава речной воды, текущей в океан. Загрязненная пылью, копотью, золой и газами атмосфера стала отдавать в океан колоссальные количества веществ, генерируемых на суше. Города, индустрия, земледелие, лесная промышленность превратились в поставщика различных материалов минерального и органического характера, ранее даже не известных в гидросфере. Человек таким образом во много раз усилил роль суши как суперэлювиальной земной системы в питании Мирового океана — конечного приемника всех видов возросшего стока веществ и растворов.

Биопродукция почв, рек и озер зависит от атмосферных осадков, выпадающих на сушу (около $37\text{--}40 \cdot 10^4 \text{ км}^3$ в год). Но, например, образование нефтяной пленки на поверхности океана может уменьшить испарение и усилить частоту засух на суше. Поэтому необходимо предотвратить такие явления и найти способы увеличивать испарение влаги с океана.

Одним из эффективных средств охраны Мирового океана от загрязнения чужеродными соединениями было бы всемерное уменьшение эрозии, денудации, выщелачивания и дефляции почв, высокая культура земледелия, водного и лесного хозяйства, повсеместное проведение на суше мероприятий, предупреждающих деградацию и загрязнение почвенного покрова. Большой эффект в защите океана и его биопродуктивности даст введение маловываемых форм удобрений, легкосорбируемых и быстро-разлагающихся биоцидов.

Человек и его общество, живя по своим социально-экономическим и политическим законам, осталось в то же время теснейшим образом связанным с биосферой и с ее основным компонентом — системой организмы ↔ ПОЧВЫ.

Охота, огонь, уничтожение лесов, распашка земель, пастбищное скотоводство, оросительные и осушительные мероприятия, террасирование склонов, внесение удобрений органических, а затем минеральных, химических препаратов, всевозможные отбросы, индустриальные продукты и отходы, земляные и строительные работы и т. д. хотя и стихийно включались по мере развития современной цивилизации в биологические циклы химических элементов на земной планете.

Деятельность человека по производству и использованию биологической продукции (топлива, стройматериалов, продовольствия, сырья в т. д.) была анархической, и только после работ В. В. Докучаева, В. И. Вернадского, В. Н. Сукачева, П. Дювиньо человек начал сознательно применять комплекс мероприятий и воздействий на различные компоненты экосистем в целях получения максимальной биопродукции.

Созданные человеком вторичные, культурные (искусственные) экосистемы во многих отношениях отличаются от естественных, первичных. Человек стремится системой агротехнических, мелиоративных или зоотехнических приемов обеспечить на полях господство популяций одного вида растений или животных, в продуктивности которых он заинтересован. Биомасса, создаваемая в агробиогеоценозе, в большей или меньшей мере (до 40—80%) отчуждается из экосистемы в виде сырья и продукции. Сложившиеся ранее поток и обмен энергии, связанной фотосинтезом, а также нормальный цикл биологического круговорота

веществ в системе организмы ↔ почва разрываются. Возникает явление истощения энергетических, биологических и химических ресурсов, ранее накопленных в почве как компоненте биосферы и биогеоценозов (снижение запасов гумуса, заметное уменьшение количества азота, фосфора, калия, микроэлементов), появляются болезни («почвоутомление»), накапливаются токсины, обаянные длительному господству в экосистеме популяций одного вида и выпадению ряда звеньев пищевой цепи, и др. Возникает необходимость применения удобрений, восполняющих отчуждаемые элементы и расширяющих биологический круговорот веществ. Почва оставляется в залежь или на полях вводятся севообороты с травами, применяются инокуляции бактерий или микоризы, вводятся более глубокая вспашка, рыхление, плантаж почвы. Таким образом, в агробио-ценозах труд человека и капиталовложения (известкование, химические, водные и физические мелиорации, террасирование, внесение удобрений) постоянно способствуют устойчивости и продуктивности искусственной экологической системы, без чего она распадается и гибнет.

За время исторического существования человека плодородие почв и продуктивность сельского хозяйства многих территорий исключительно выросли. Об этом можно судить хотя бы по тому, что средние урожаи зерновых, равные в XV—XVIII вв. 6—7 ц/га, достигли в индустриально развитых странах в XIX в. 16, в середине XX в. — 30—40 ц/га, а сейчас находятся на уровне 40—50 и в конце XX в. подойдут к 60—70 ц/га или больше.

Однако рост продуктивности земледелия сопровождался захватом и разрушением земель в колониях, уничтожением лесов и животного мира, массовой эрозией почв, засолением орошаемых земель. Лесной покров на суше (а биомасса лесов значительно превышает биомассу, создаваемую всеми остальными ландшафтами) сократился не менее чем на 60—65% по сравнению с его доисторическими размерами. Травянистая растительность распространилась на ранее облесенные территории.

Уничтожение лесов могло вызвать огромные изменения в биосфере и в почвенном покрове. Имеются данные (К. Вильсон, 1970), указывающие на то, что уничтожение лесов, степей и прерий наряду с минерализацией их почвенного гумуса дало до 50% углекислоты в современной атмосфере. Произошло общее убыстрение биологического круговорота углерода, азота, фосфора и других биофильных элементов. На облесенных территориях в 2—3 раза усилились поверхностный сток воды и эрозия почв; соответственно сократились внутрпочвенный сток и питание грунтовых вод. К водной эрозии присоединились дефляция, пыльные бури, развитие бесструктурности и засоленности почв. Периодическое выжигание кустарников и травянистых зарослей перед распашкой, или для охоты, или, наконец, по небрежности усиливало общий процесс потери запасов гумуса (на 20—30%), обеднение почвенной фауны и микроорганизмов и усиливало податливость почв эрозии, дефляции, засолению. Откачка грунтовых вод в городах и селах для промышленности и транспорта еще более способствовала учащению засух и недородов, пыльных бурь, снижению гумусности почв и аридизации местного климата. Эти явления отчетливо наблюдаются на равнинах Северной Америки, Европы, Азии и Африки.

Внесение минеральных удобрений само по себе не может противостоять процессу деградации почв вследствие эрозии, дефляции, ксеротизации. Необходим комплекс защитных мероприятий, таких, как контурная, полосная система земледелия, безотвальная вспашка, создание сети островных и линейных лесных насаждений, регулярное травосеяние в севооборотах, применение органических удобрений, сооружение сети

водоемов в оврагах и стабилизация оврагов, террасирование крутых склонов или выключение их из числа пахотных угодий.

Пастбищное скотоводство в свою очередь повлекло за собой сложные последствия в природной среде. Появление и рост кочевого скотоводства, одомашнивание животных и птиц стали после охоты, вырубки лесов и использования огня важнейшим этапом в истории борьбы человека с силами природы и голодом. В погоне за максимальным поголовьем скота и наибольшим количеством продукции животноводства скотоводы разрушали и продолжают разрушать экосистемы степей, лесостепей, прерий, лугов и саванн. Особенно пострадали пространства третичных и четвертичных песчаных равнин, которые, потеряв кустарничковый растительный покров пламофитов и слабую дернину весенних эфемеров, подверглись на громадных пространствах Азии, Северной Америки и Африки губительной дефляции. Возникли движущиеся пески, барханы, дюны, наступающие на водопойные колодцы, на поля и деревни, на тропы, шоссе и железные дороги, на ирригационные каналы.

Процессу антропогенной аридизации способствовала общая направленность эволюции суши в послеледниковое время в сторону иссушения. Уменьшение количества атмосферных осадков, медленное поднятие равнинных территорий, углубление мировой гидрографической сети после окончания ледникового периода способствуют нарастанию площади засушливых областей и пустынь, хотя почвы этих территорий, сформированные в условиях большей обводненности (гидроморфности), и поныне отличаются высоким уровнем потенциального плодородия, унаследованным от предшествующей истории развития.

Большие площади ценных продуктивных почв потеряны от затопления и заболачивания местности в результате строительства крупных плотин и водоемов на реках. Если грунтовые воды вблизи водохранилищ поднимаются выше критического уровня, то они вызывают процессы сплывания (слитизации) почв, их осолонцевание или засоление. Нередко также новые берега крупных водохранилищ подвигаются оползнями и абразии, что приводит к потере ценных обжитых сельскохозяйственных угодий. Все эти явления должны прогнозироваться, оцениваться экономически и учитываться при решениях о строительстве крупных водоемов и каналов.

При осушении заболоченных приморских районов Прибалтики, Голландии, Флориды, Гвинеи, Бирмы, Таиланда и др. почвы некоторых массивов, содержащие сернистые соединения железа (сульфиды), приобретают резко кислую реакцию ($\text{pH} = 2-4$) вследствие образования серной кислоты под влиянием кислорода. Бывают случаи, когда восстановить продуктивность сернокислотных почв не удается.

Есть немало и других форм деградации почв, связанной с ошибками хозяйственной деятельности человека. Уже неудачный подбор удобрений, вносимых в больших дозах, может вызвать избыточное подкисление, подщелачивание или отравление почв.

Ежегодно в мире производится более 500 тыс. *t* различных токсических веществ. Многие из них «живут» до 10—12 лет. Устойчивые биоциды, играя полезную роль в защите урожая растений и животных от болезней, вредителей, сорняков, вместе с тем вызывают резко отрицательный эффект в численности и активности почвенной фауны и микроорганизмов. При повторном применении таких препаратов на полях наблюдаются снижение всхожести семян, хилость и изреженность растений, падежи животных.

Особенно обостряются последствия применения биоцидов в орошаемом хозяйстве и на осушенных землях. Поскольку сбросные дренажные

воды в настоящее время почти повсеместно используются для повторного орошения (из-за дефицита воды), то возникает серьезная опасность загрязнения орошаемых участков остатками пестицидов и их метаболитами, транспортируемыми этими водами.

Исследования Института агрохимии и почвоведения Академии наук СССР в условиях оросительной системы р. Кубани свидетельствуют о том, что используемые для химической прополки риса гербициды и их токсичные метаболиты в течение 1—3 мес. циркулируют по всей нижней части оросительной системы, хотя были применены только на одном поле. Внесение гербицидов путем распыления их с самолетов еще более усиливает общее загрязнение территории оросительных систем.

Отрицательное влияние на почву оказывают такие отходы промышленного производства, как газы металлургических заводов, выхлопные продукты автомашин, шахтные кислые сернистые воды, отходы нефтяных промыслов, пыль цементных заводов и пустой породы, выброшенной на поверхность в районах угольных копей и рудных месторождений.

Насколько глубокие изменения в естественный круговорот соединений вносит хозяйственная деятельность человека, можно судить по данным американских исследователей (К. Вильсон, 1970, 1971; А. Хаслер, 1971).

Современные поступления в биосферу (в т/год)

Индустриальные		Естественные	
Пыль	$2,5 \cdot 10^8$	Космическая пыль	10^6
Газы вредные	$\approx 6 \cdot 10^4$	Газы верхней мантии	10^7
CO ₂	$14 \cdot 10^9$	Различные источники	$6 \cdot 10^7$

Известны случаи, когда правительство США вывозило и заменяло многие тонны земли, загрязненной радиоактивными продуктами. Никто не забыл, что все живое, в том числе почвы, были уничтожены или заражены на огромном пространстве взрывами атомной бомбы в Японии. Даже так называемая «обычная война» сопровождается неисчислимыми потерями плодородной земли (укрепления, взрывные воронки, окопы, противотанковые рвы, минные поля).

Радикальное улучшение охраны биосферы возможно лишь в условиях планового социалистического хозяйства. Но и в современном капиталистическом мире проблема сохранения биосферы приковала внимание прогрессивных сил, и особенно молодого поколения.

Поэтому в разных странах национальные научные центры по изучению и освоению почв в последние годы развертывают планомерные исследования процессов деградации почвенного покрова, методов предупреждения этих процессов, восстановления и улучшения неплодородных почв. Развивается также и международное сотрудничество в этой области через Международное общество почвоведов, ФАО, ЮНЕСКО и ООН.

Почвенный покров как носитель плодородия, как предмет многосторонних интересов человека, объект его труда и средство производства, как важнейший компонент биосферы должен быть защищен от деградации и сохранен для грядущих поколений человечества.

Почвенный покров — важнейшая форма природных ресурсов суши. Условия, в которых формировались современные почвы, частью неповторимо исчезли, частью сильно изменились, но значение почв для человека и общества непрерывно возрастает. Это основа прогресса человечества и повышения уровня жизни людей.

В отличие от ресурсов пресной воды, растительности или животного мира почва — ресурс не возобновляемый. Почвенный покров после разрушения не самовозобновляется. Если на месте разрушенных почв и образуется почва, то уже другого типа. Искусственное воссоздание утраченных почв практически невозможно, так как невозпроизводимы условия и история их образования. Создание человеком новых почв на месте разрушенных возможно, но это очень сложно, дорого и далеко не всегда эффективно.

В то же время в отличие от других невозобновляемых ресурсов (нефть, газы, уголь, металлы, руды) почвы при правильном их использовании не исчезают и не рассеиваются. Наоборот, правильное использование почв в земледелии и лесном хозяйстве только улучшает их, увеличивает их продуктивность, выражающуюся в растущих урожаях необходимой человеку биомассы. При рациональном использовании в земледелии почва приобретает новые черты, не известные в природных почвах. Почвы отзывчивы на такие мероприятия, как регулирование или коренное изменение их физических, химических и биологических режимов с помощью агротехники, химизации, мелиорации.

Но воздействие человека на почвы далеко не всегда гармонирует с законами их жизни, динамики и продуктивности, и в результате почвы истощаются, деградируют, приобретают отрицательные свойства, разрушаются или исчезают полностью (эрозия, пыльные бури, засоление, слитизация и окаменение).

Так как почвенные ресурсы нашей планеты не беспредельны, а ограничены пространством суши, эффективное использование земельного фонда при условии его сохранения как компонента окружающей человека биосферы — важнейшая проблема современности.

В. В. Докучаев, К. Д. Глинка, Л. И. Прасолов были авторами первых мировых почвенных карт, что позволило еще в 40-х годах дать анализ и оценку использования земельных ресурсов планеты.

Сопоставление площади главных типов почв мира и их земледельческой освоенности было произведено Л. И. Прасоловым и Н. Н. Розовым в 1945—1949 гг. По их данным, общая земледельческая освоенность суши составляла тогда около 10%. За минувшие 20—25 лет земледельческое использование суши возросло на 1—2%.

По общей оценке ФАО, земельные ресурсы мира с точки зрения земледелия не очень благоприятны: до 70% представлены сравнительно мало продуктивными угодьями (20% расположены в слишком холодном климате, 20%—в слишком засушливом, 20%—находятся на слишком крутых склонах, 10%—обладают слишком малой мощностью), 10% — находятся под сельскохозяйственными культурами, 20%—заняты пастбищами, лугами, сенокосами.

Лучшие почвы планеты уже в основном освоены. Неосвоенные земли находятся в местах с холодным или сухим климатом, в горах или пустынях. Около 30—40% суши, мало используемой в земледелии, расположено в пустынях, полупустынях, сухих саваннах и степях, где нужны искусственное орошение и тяжелые мелиорации почв по рассолению, нейтрализации высокой щелочности, по созданию нужной почвенной структуры. Расширение земледельческого использования земель в мире должно идти путем мелиорации малопродуктивных почв и в природных условиях, значительно менее благоприятных, чем в районах, освоенных прежде.

Данные советских исследователей подтверждают, что до 70% суши имеет пониженную продуктивность из-за необеспеченности теплом или влагой. Все эти цифры, однако, требуют проверки. Ныне с участием

советских почвоведов заканчиваются многолетние работы ЮНЕСКО — ФАО по составлению новой мировой почвенной карты, после чего можно будет уточнить мировые запасы земель разного рода.

Потребность в новом освоении почв для земледелия диктуется рядом факторов: необходимостью ликвидировать существующие очаги голода и недоедания в ряде стран, ростом численности населения Земли (удвоение за 30—35 лет), ростом потребностей населения в различных материалах биологического происхождения, непрерывно растущими потерями площади пахотной земли от эрозии, засоления, индустриального и городского строительства, сравнительно низким среднемировым уровнем урожайности сельскохозяйственных культур.

Необратимые потери земельных ресурсов в мире за историческое время достигли огромной величины — 20 млн км², т. е. превышают современную пахотную площадь планеты (15 млн км²). Ежегодно теряется для сельскохозяйственного использования 5—7 млн га различных угодий, главным образом из-за застройки селениями и городами, строительства предприятий, расширения нефтепромыслов, сооружения дорог, эрозии, засоления. Эрозия, по данным Беннота (1939) и Дорсга (1968), разрушила в разных странах примерно 230 млн га почв. В США разрушается эрозией и теряется от застройки ежегодно до 300 тыс. га почвы и около 73 млн га занято населенными пунктами, дорогами, сооружениями. До 60% земельного фонда США нуждается в мерах по мелиорации, защите и восстановлению продуктивности. Франция только от застройки городов и строительства предприятий потеряла до 500 млн га земель. Непрерывные потери земельных ресурсов имеют место и в СССР.

По мнению западных экспертов, к 2000 г. будет еще потеряно для земледелия до 650—700 млн га плодородной земли. А через столетие, если современные темпы потери земель сохранятся, площадь угодий, пригодных для земледелия, сократится до 1 млрд га.

Вряд ли человечество допустит подобное расхищение земельных ресурсов мира. Но отмеченные явления тревожны и должны учитываться уже в настоящее время. Резко выраженные тенденции необратимой деградации почв и потери почвенных ресурсов, а также трудности и дороговизна нового их освоения выдвигают как особо важную проблему охраны освоенных земель и коренного повышения их продуктивности. Почвозащитное земледелие, террасирование и контурная обработка склонов, орошение (дополнительное и основное), глубокий дренаж засоленных почв, химические мелиорации кислых и щелочных почв, управление водным режимом ныне переувлажненных почв, нормализация доз и обеспечение оптимального соотношения азотных, фосфорных, калийных удобрений и микроудобрений, создание новых высокопродуктивных сортов растений, устойчивых против полегания, болезней и вредителей, химическая и биологическая защита растений и высококомбинированная механизация сельскохозяйственного производства — таковы пути прогрессивного повышения урожая сельскохозяйственных культур и одновременно эффективные способы защиты освоенных почв от деградации, способы сохранения нормального режима биосферы.

Опыт индустриально развитых стран показывает, что известкование кислых почв, водные мелиорации, высокие дозы удобрений, новые сорта культурных растений, механизация и общая высокая культура земледелия позволяли развивать его продуктивность темпами порядка 4—5%, т. е. с удвоением каждые 18—20 лет и с опережением роста населения. Это свидетельствует об огромных внутренних резервах повышения урожайности на освоенных землях во всех странах.

Мировое земледелие в 1968 г. производило пшеницы 33 250 тыс. *г* при среднем урожае 14,6 *ц/га* и посевной площади 227 546 тыс. *га*. Всего зерновых, включая рис и кукурузу, производится ежегодно в мире около 1179,5 млн *т*, т. е. на 487,3 млн *т* больше, чем в 1948—1952 гг. Однако в расчете на душу населения мира производство зерновых все еще осталось низким — 300—350 *кг*. Урожаи должны быть удвоены и утроены в ближайшие 30—40 лет.

Такая задача стоит и перед земледелием Советского Союза, где планомерно осуществляется многолетняя комплексная программа развития сельского хозяйства.

Надо иметь в виду, что рост урожаев на освоенных землях требует увеличения всех форм капиталовложений в почву и в хозяйство. Анализ развития мирового земледелия за 1951—1966 гг. свидетельствует, что прирост продукции сельскохозяйственных культур на 34% сопровождался ростом расходов: на тракторный парк — на 63%, на азотные удобрения — на 146%, на пестициды — на 300%. При планировании увеличения урожаев сельскохозяйственных культур следует иметь в виду эмпирически установленную пропорцию 1 : 2,5 : 10, где 1 — прирост сельскохозяйственной продукции, а 2,5 и 10 — коэффициенты необходимого среднего прироста вложений на тракторный парк, удобрения, пестициды.

Потребность в дополнительном освоении новых земель все же сохранится, так как будет необходимо компенсировать неизбежные потери пахотных почв в связи с увеличением численности населения и общим ростом уровня индустриализации и бытовых потребностей в мире. В современных условиях в США на каждую душу населения расходуется около 0,1 *га* площади земли (жилище, транспорт, силовые линии, индустриальное и культурное обслуживание и др.). Ежегодно население планеты увеличивается на 2,5—2,7%, т. е. на 75—80 млн, а в перспективе — на 100—120 млн человек. Отсюда следует, что только косвенные потери земельных ресурсов на планете, вызванные текущим приростом населения, составляют 7,5—8,0 млн *га* ежегодно и будут увеличиваться, достигнув к концу века 10—12 млн *га*. На производство продовольствия и другой биологической продукции в среднем на душу населения планеты ныне используется 0,4 *га* пашни (площадь пахотной земли, деленная на численность населения). Следовательно, при современных средних урожаях необходимо дополнительно осваивать ежегодно на планете по 20 млн *га* новых земель (к концу XX в. — по 25—30 млн *га*). Наконец, потери земли от водной эрозии, от дефляции, от засоления, загрязнения и отчуждения составляют не менее 5—6 млн *га* и, вероятно, к концу века достигнут примерно 10 млн *га* в год.

Таким образом, ежегодные потребности человечества в дополнительном освоении почв для земледелия (при сохранении современных урожаев) составляют в 70-х годах 32—34 млн *га*, а в конце 90-х годов вырастут, вероятно, до 45—52 млн *га*. В среднем, по-видимому, можно принять цифру около 40 млн *га* в год. За 30 лет это составит 1 млрд 200 млн *га*, или вместе с 1 млрд 500 млн *га* ныне освоенных земель 2 млрд 700 млн *га*, что при вероятных потерях за этот же период 700 млн *га* земель выдвигает перед человечеством при современных низких средних урожаях угрозу исчерпания потенциально свободных земель для дальнейшего освоения. Отсюда совершенно очевиден главный вывод: человечество стоит перед необходимостью быстрее всего повсеместного увеличения продукции каждого гектара пахотной земли минимум в 2—3 раза.

При удвоении средней урожайности сельскохозяйственных культур с гектара средняя потребность в пахотной земле составит на душу насе-

ления 0,2 га, а это значит, что при населении земной планеты в 7 млрд человек необходимая площадь пахотной земли составит около 1,4 млрд га, т. е. примерно столько, сколько обрабатывается сейчас.

По-видимому, удвоение среднего урожая на Земле может быть достигнуто к концу 30-летия. За эти же 30 лет надо приложить максимум усилий, чтобы предотвратить или уменьшить угрозу потери земельных ресурсов. Как для компенсации неизбежных потерь, так и для обеспечения нужд растущего населения в течение всего периода до 2000 г. надо осваивать новые земли, вероятно, не менее 20—26 млн га ежегодно. Тогда при повсеместном удвоении средней урожайности суммарный баланс потребностей человечества в пахотной земле к 2000 г. укладывается в потенциальный фонд земель для земледелия будущего (3—5 млрд га). Решая задачу удвоения урожайности сельскохозяйственных культур и производства продуктов земледелия и лесного хозяйства, необходимо уже теперь работать над дальнейшим увеличением урожаев в 3—4 раза, имея в виду численность населения и его потребности в XXI в.

Вместе с тем разрабатываются вопросы коренной перестройки самих методов и технологии земледелия и получения биологической продукции. Очевидно, большую роль предстоит сыграть пищевым ресурсам гидросферы, синтетическим продуктам разного рода, продуктам земледелия, получаемым новыми, промышленными (фабричными) методами (подобно гидропонике и др.), в закрытых условиях.

Нормальное функционирование биосферы и биологическая продуктивность Земли опираются на сложившиеся и взаимосвязанные отношения организмов, почвенного покрова, атмосферы и гидросферы. Пока человек не вмешивался в эту систему, она функционировала как самоуправляемый механизм, производя биомассу, регулируя состав и свойства почв, гидросферы, атмосферы. Вмешательство человека современной эпохи в природу через земледелие, лесное, водное, городское хозяйство и индустрию, снятие и изъятие биопродукции требует уже организованного и научного управления биосферой и ее компонентами, в том числе почвами. Чем больше изъято почв из экологических систем биосферы, тем большая биопродукция должна быть получена с остающихся почв и тем большую роль они должны играть в газовом, водном и геохимическом режиме биосферы. Чем больше получаемая и отчуждаемая продукция, тем более продуманными и тонкими должны быть методы и техника управления почвенно-экологическими системами. Ошибки в таких мероприятиях могут иметь крайне серьезные последствия. Высокий уровень управления культурным агробиогеноценозом — лучший путь получения ценной агробиопродукции и лучший путь охраны и улучшения биосферы. Повышение продуктивности почв в культурных ландшафтах может быть достигнуто при глубоком понимании и учете процессов, протекающих в почвах, в экосистемах и биосфере.