

МЕЛИОРАЦИЯ – УРОКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ
Академик РАСХН И.П. Айдаров
профессор, д.т.н., заслуженный деятель науки РФ А.И. Голованов

Хозяйственная деятельность человека в настоящее время достигла той границы, за которой деградация естественной среды может принять необратимый характер. Такое положение характеризуется как экологический кризис, вызванный нарушением взаимосвязей в экологических системах, в частности в системе «человек - природа», в результате непродуманной хозяйственной деятельности. Существенные изменения природной среды связаны с агропромышленным производством, которое сопровождается нарушением естественных биологического и геологического круговоротов вещества и энергии, уменьшением биологического разнообразия, изменением структуры и основных свойств природных ландшафтов, загрязнением и нарушением процессов воспроизводства возобновляемых ресурсов. Сельскохозяйственное производство в своем стремлении взять от природных ресурсов как можно больше все сильнее вторгается в исторически сложившееся экологическое равновесие в природе. Вместе с тем нельзя сказать, что вопросам улучшения состояния сельскохозяйственных угодий и интенсификации сельскохозяйственного производства не уделялось внимания. Только за последние 10 лет с 1990 по 2001 г. был принят ряд Федеральных законов и Федеральных программ, в том числе: «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения», «О мелиорации земель», «Водный кодекс», «О программе аграрной реформы РФ на 1994 – 95 г.г.», «О мерах по стабилизации экономического положения и развития реформ в АПК», «Концепция перехода РФ к устойчивому развитию», Федеральные целевые программы «Плодородие почв (1,2 и 3 этапы)», «Стабилизация развития агропромышленного производства в РФ на 1996 – 2000 г.г.».

Однако анализ состояния сельскохозяйственных угодий показывает, что оно продолжает ухудшаться: подкисление почв, дефицит элементов минерального питания, водная и ветровая эрозия, техногенное загрязнение почв, сработка запасов гумуса. При этом состояние орошаемых и осушаемых угодий существенно хуже по сравнению с богарными, что связано с усилением вымывания питательных веществ из почв в результате увеличения промывного режима, изменением условий почвообразования (от гидроморфных к полугидроморфным на осушаемых территориях и от автоморфных к гидроморфным или полугидроморфным на орошаемых территориях), загрязнением поверхностных и грунтовых вод в связи с усилением геологического круговорота воды и химических веществ.

Основная причина такого положения заключается в противоречии между глобальным проявлением данных проблем и частными подходами к их решению. Дело в том, что все без

исключения нормативно – правовые и программные документы были разработаны не комплексно без анализа причин ухудшения состояния сельскохозяйственных угодий.

Традиционно основные цели и задачи сводятся к решению сиюминутных проблем, то есть были направлены на борьбу со следствиями, а не с причинами и включали интенсификацию сельскохозяйственного производства и обеспечение населения продовольствием за счет «внедрения прогрессивных технологий, перехода на качественно новый уровень интенсификации, основанный на более эффективном использовании трудовых, материальных и энергетических ресурсов, биологического потенциала продуктивности современных сортов растений и агроэкологических условий» [1]. Все это не отвечало концепции устойчивого развития и природообустройства, основной целью которых являлось создание условий для воспроизводства природных ресурсов, интенсификации и стабилизации сельскохозяйственного производства. Состав программных мероприятий представлял собой набор отдельных приемов, которые хотя и дополняли друг друга, но целостной системы комплексных мероприятий собой не представляли. Очень важным является игнорирование того факта, что культурные растения обладают меньшей устойчивостью и, следовательно, не могут играть существенной роли в обеспечении экологической устойчивости агроландшафтов, которая определяется устойчивостью совокупности элементов естественных экосистем. Такая традиционная постановка проблемы привела к тому, что из рассмотрения выпали основные свойства ландшафтов – открытость, целостность, функционирование, определяющие их экологическую устойчивость и развитие деградации природной среды.

Улучшение состояния сельскохозяйственных угодий возможно только при условии осуществления комплексных мелиораций, включающих систему мероприятий по регулированию потоков вещества и энергии в природном слое атмосферы, в почве, в растениях, в грунтовых и поверхностных водах, на что обратили внимание В.В. Докучаев, В.Р. Вильямс, А.Н. Костяков. При разработке комплексных мелиораций необходимо рассматривать единую природную систему (агроландшафт), а не отдельные её части, как это обычно делается. Опыт мелиорации сельскохозяйственных угодий показывает, что регулирование потоков вещества и энергии в одном из компонентов техноприродной системы (агроландшафта) и тем более одного из факторов (например, водного, химического или питательного режимов почв) не приемлемо.

Для улучшения состояния сельскохозяйственных угодий и интенсификации сельскохозяйственного производства необходимы анализ причин ухудшения состояния угодий, который выполняется на основании изучения изменений основных свойств природных ландшафтов в результате освоения земель, обоснование необходимости и состава комплексных

мероприятий и разработка методов и технологий комплексных мелиораций. Суть такого подхода наиболее точно отражает принцип: «Мыслить глобально – действовать локально».

Особенности природно-хозяйственных условий экономических районов РФ

Современное неудовлетворительное состояние сельскохозяйственных угодий и сельскохозяйственного производства обычно связывают с резким ухудшением социально – экономического положения в стране в последние 10 – 12 лет. Широко также распространено мнение, в соответствии с которым низкая эффективность сельскохозяйственного производства по сравнению с развитыми странами является следствием невысокого в целом биоклиматического потенциала страны, забывая при этом, что более 50 % пахотных земель расположено в зоне лучших в мире чернозёмных почв. Соответственно основными факторами, обеспечивающими выход сельского хозяйства из кризиса, считают развитие социально-экономического механизма и рыночной экономики. Всё это свидетельствует о том, что большинство специалистов не представляют себе истинное состояние природопользования в сфере АПК, которое не отвечает принципам «устойчивого» развития, сопровождается разрушением природных экосистем и наряду с продовольственной ставит под угрозу экологическую безопасность страны. В этих условиях основным фактором, определяющим неудовлетворительное состояние АПК, является нерациональное (истощительное) использование природных и материальных ресурсов.

Причина такого положения заключается в противоречиях между глобальным проявлением хозяйственной деятельности и частными подходами к её формированию. Достаточно четко это выразил английский философ Ф. Бекон, который писал: «Пусть никто не надеется, что сможет управлять природой пока должным образом её не поймет и не узнает». Развитие этих идей содержалось в работах В.В. Докучаева, создавшего учение о природных зонах, положившее начало науки о ландшафтах. В основе учения лежала необходимость исследований целостных природных систем, а в основе систем ведения сельского хозяйства – оптимизация природных систем (ландшафтов). К сожалению, общим недостатком исследования проблем природопользования в сфере АПК является их некомплексность.

Изучение отдельных свойств природных систем или отдельных факторов, определяющих состояние объектов, совершенно недостаточно для решения проблемы рационального использования природных ресурсов. Природные системы (геосистемы) характеризуются рядом свойств, основным из которых является открытость [2,7 и др]. Существование природных систем возможно только при условии постоянного обмена веществом и энергией с окружающей средой.

Обмен веществом и энергией можно характеризовать водным и тепловым балансами, а также балансами органического вещества и химических элементов. Изменение одного из балансов или любого из элементов балансов неизбежно ведет к нарушению процессов массо- и энергообмена внутри системы и изменению состояния отдельных компонентов и природной системы в целом. С этим связано изменение всех показателей существования природной системы: направленность и интенсивность изменения системы, которая определяется состоянием и характером взаимодействия и взаимосвязи отдельных компонентов; функционирование – характер процессов массо- и энергопереноса между компонентами природной системы и сопряженными геосистемами; структура – изменение естественной пространственной структуры (леса, луга, болота, сельскохозяйственные угодья и др.) в результате хозяйственной деятельности; динамика – обратимые изменения природной системы, не приводящие к перестройке её структуры и эволюция, т.е. необратимые изменения природной системы.

Комплекс – «природная среда – сельскохозяйственное производство» необходимо рассматривать как единую целостную систему или техноприродную (агротехническую) систему.

В настоящей работе в качестве техноприродной системы рассматривается экономический район, характеризующийся определенной общностью природных и хозяйственных (агротехнических) условий. Природные и хозяйственные условия экономических районов РФ чрезвычайно разнообразны (табл. 1). Почвенные и агрохимические условия экономических районов целесообразно характеризовать по преобладающим типам почв.

Рассматривая вопросы устойчивости техноприродной системы, очень важно знать их структуру, т.е. состав биотических элементов. При этом для оценки устойчивости необходимо знать не только площадь биотических элементов, но и их свойства, характеризующие экологическое значение каждого из них. Структура биотических элементов по экономическим районам приведена в таблице 2.

С экологической точки зрения природная и техноприродная системы представляют собой сложный комплекс взаимодействующих и взаимосвязанных компонентов, поэтому одной из первоочередных задач является оценка их устойчивости к техногенным воздействиям. Такая оценка для природных систем включает определение коэффициента экологической стабилизации K_c , а также оценку устойчивости почв, как одного из основных компонентов природных систем к возможным техногенным химическим воздействиям. Последняя содержит определение устойчивости почв к кислотным воздействиям и эколого-геохимическую оценку устойчивости почв к загрязнению тяжелыми металлами. Для техноприродных систем следует ещё добавить определение характеристик экологического равновесия.

Таблица 1

Агроклиматические ресурсы экономических районов

Экономические районы	Сумма атмосферн. Осадков, мм.	Сумма активных температур, °С	Радиационный баланс, КДж/см ² год	ФАР, КДж/см ² год	Продолжительность вегетационного периода, сут.	Запасы влаги в почве на начало вегетации, мм	$\bar{R} = \frac{R}{LOc}$	Биологическая продуктивность, т/га
Северный	550-600	643-1662	75-118	129-172	90-132	124-220	0,50-0,85	3,0-9,1
Северо-западный	610-690	1663-1974	118-130	172-184	92-140	135-240	0,68-0,85	7,6-11,8
Центральный	550-655	1822-2361	125-147	179-201	124-143	154-230	0,76-1,07	9,6-13,0
Волго-Вятский	620-680	2016-2287	133-145	187-199	107-139	170-173	0,79-0,93	10,7-13,0
Центрально-черноземный	470-640	2370-2679	148-161	202-215	139-177	145-176	0,92-1,36	7,2-14,0
Поволжский	230-570	2078-3652	136-202	190-256	123-193	40-170	0,95-3,49	0,5 – 11,0
Северо-Кавказский	450-650	2836-3461	168-194	222-248	174-213	78-180	1,03-1,71	4,0-15,5
Уральский	260-790	1780-2505	123-154	177-208	87-147	120-180	0,62-2,35	1,0-11,5
Западно-Сибирский	380-490	1680-2127	119-138	173-192	91-123	107-168	0,97-1,44	5,8-12,0
Восточно-Сибирский	410-690	1492-1715	111-121	165-175	78-123	25-155	0,64-1,17	6,4-11,5
Дальневосточный	300-650	807-2433	81-150	136-204	75-193	23-274	0,51-1,99	2,0-13,0

Структура биотических элементов по экономическим районам

Экономический район	Площадь, тыс.га	Структура биотических элементов, %				
		Лес	Болота	Луга	Водоёмы	Биоклиматический потенциал *
Северный	147226	85,0	7,0	5,0	3,0	69,8
Северо-Западный	19516	80,0	14,0	5,0	1,0	61,6
Центральный	48439	59,0	6,0	34,0	1,0	98,7
Волго-Вятский	26283	83,0	4,0	12,0	1,0	88,0
Центрально-черноземный	16786	12,0	1,0	86,0	1,0	140,8
Поволжский	53826	2,0	1,0	96,0	1,0	88,0
Северо-Кавказский	33561	2,0	1,0	96,0	1,0	184,2
Уральский	82326	30,0	2,0	67,0	1,0	74,2
Западно-Сибирский	245819	10,0	18,0	70,0	2,0	78,6
Восточно-Сибирский	415533	88,0	1,0	9,0	1,0	84,2
Дальневосточный	616933	87,0	5,0	7,0	1,0	72,3

* Биоклиматический потенциал в % от среднего по России (100%)

Коэффициент экологической стабилизации определяется как [2]:

$$K_c = \frac{\sum_{i=1}^n f_i K_1 K_2}{\omega}, \quad (1)$$

где: K_c – коэффициент экологической стабилизации в долях от единицы; f_i – площадь биотических и абиотических элементов, %; K_1 – коэффициент, характеризующий экологическое значение отдельных биотических и абиотических элементов, в том числе: хвойных лесов – 0,38; лугов – 0,62; хвойных широколиственных лесов – 0,63; болот, водоемов и водотоков – 0,79; лиственных лесов – 1,0; пашни – 0,14; K_2 – коэффициент геолого-морфологической устойчивости рельефа; $K_2 = 0,7$ для нестабильного рельефа (пески, склоны, оползни) и $K_2 = 1,0$ для стабильного рельефа; ω – общая площадь системы.

Оценку устойчивости природных и природно-техногенных систем можно производить по следующей шкале [2]:

K_c	степень стабилизации
$\leq 0,33$	нестабильный
0,34...0,50	малоустойчивый

0,51...0,66 среднестабильный

0,67...1,00 стабильный.

Оценка эколого-геохимической опасности кислотной деградации почв и эколого-геохимической устойчивости почв к техногенному загрязнению тяжелыми металлами выполняется с учетом физико-химических свойств основных почв (табл.3).

Таблица 3

Уровни эколого-геохимической устойчивости (по М.А. Глазовской)

Типы почв	Уровень эколого-геохимической устойчивости	
	К кислотным воздействиям	К загрязнению тяжелыми металлами
Подзолистые	Очень низкий	Низкий
Дерново-подзолистые, дерново-таежные	Ниже среднего	Средний
Серые лесные, черноземы выщелоченные, бурые пустынно-степные	Средний	Средний
Обыкновенные, типичные, южные черноземы, каштановые	Выше среднего	Выше среднего, высокий
Бурые пустынно-степные солонцеватые, каштановые солонцеватые	Высокий	Средний

Результаты расчетов стабильности и эколого-геохимической устойчивости природных систем экономических районов приведены в таблице 4.

Таблица 4

Уровни стабильности и эколого-геохимической устойчивости природных систем экономических районов

Экономический район	K_c		Уровень эколого-геохимической устойчивости	
	K_c	Уровень стабильности	к рН	к ТМ
Северный	0,43	Мало стабильный	Очень низкий	Низкий
Северо-Западный	0,55	Средне стабильный	Очень низкий, ниже среднего	Низкий, средний
Центральный	0,64	Средне стабильный	Ниже среднего, средний	Средний
Волго-Вятский	0,64	Средне стабильный	Очень низкий, средний	Низкий и средний
Центрально-Черноземный	0,67	стабильный	Средний, выше среднего	Выше среднего, высокий
Поволжский	0,64	Средне стабильный	Выше среднего, высокий	Выше среднего, высокий
Северо-	0,64	Средне	Выше среднего,	Выше среднего,

Кавказский		стабильный	высокий	высокий
Уральский	0,64	Средне стабильный	Ниже среднего, средний	Средний
Западно-Сибирский	0,66	Средне стабильный	Очень низкий	Низкий
Восточно-Сибирский	0,43	Мало стабильный	Ниже среднего	Низкий
Дальневосточный	0,52	Средне стабильный	Очень низкий, ниже среднего	Низкий

Детальный анализ с учетом площади угодий показывает, что в Северном, Северо-Западном, Центральном, Волго-Вятском, Восточно-Сибирском и Дальневосточном районах основную роль (58 – 84%) в формировании экологической стабильности природных систем играют леса. В Центрально-Черноземном, Поволжском, Северо-Кавказском и Уральском районах экологическую стабильность определяют луга (66 – 94%). Вместе с тем, следует учитывать, что в Северном, Северо-Западном и Западно-Сибирском районах большую роль играют болота (18 – 24%). Такая роль болот как биотических элементов с экологической точки зрения оправдана тем, что они не менее значимы, чем леса, а, следовательно, относиться к их использованию в сельском хозяйстве надо очень осторожно. Это обстоятельство, к сожалению, не учитывается; во многих работах и программах болота рассматриваются как сельскохозяйственные угодья или источники органических удобрений (торфа).

Пашня резко снижает экологическую устойчивость техноприродных систем по сравнению с природными, что связано с одной стороны с уменьшением биологического разнообразия, общих запасов биомассы и химических элементов на пашне (отчуждение большей части биомассы с урожаем, уничтожение опада в виде степного войлока), с другой – с тем, что культурные растения не обладают внутренней устойчивостью и не могут играть существенной роли в обеспечении экологической стабильности ландшафтов.

Что же касается оценки территорий с точки зрения эколого-геохимической устойчивости по отношению к техногенным воздействиям, то это обусловлено интенсивным использованием природных ресурсов, которое сопровождается значительным изменением интенсивности и направленности миграции большинства химических веществ в природной среде. Это касается, прежде всего, таких компонентов природной среды как атмосферный воздух, почвы и растительность. Основную роль в формировании эколого-геохимической устойчивости в гумидной зоне (Северный, Северо-Западный, Центральный, Волго-Вятский,

Уральский, Западно-Сибирский, Дальневосточный районы) играют кислотнo-щелочные условия почв (45 – 70%), мощность горизонта А, содержание гумуса и сумма обменных оснований. В Центрально-Черноземном, Поволжском, Северо-Кавказском районах эколого-геохимическую устойчивость определяют содержание гумуса, емкость поглощения, сумма обменных оснований и наличие карбонатов и солей (50 – 54%).

Изменение природных систем при антропогенном воздействии

При оценке изменения природных систем под воздействием антропогенной деятельности необходимо рассматривать все виды хозяйственной деятельности, которую в общем виде принято делить на фоновую и очаговую. Фоновой деятельностью, как правило, является сельскохозяйственное производство, создающее опасность нарушения регионального природного баланса, очаговой – промышленное производство, обуславливающее локальные экологические ущербы. Разница заключается в том, что сельскохозяйственное производство непосредственно влияет на биоту и почву и опосредственно на водный и тепловой балансы территории, а промышленное производство непосредственно влияет на атмосферный воздух (выбросы) и водные ресурсы (сбросы) и опосредственно на биоту и почву.

Интегральным критерием, являющимся мерой экологической опасности любой деятельности, может служить степень нарушения природного равновесия. В связи с этим одна из фундаментальных задач исследований состоит в оценке возможных нарушений всех компонентов природной среды в результате хозяйственной деятельности, т.е. в выяснении основных причин ухудшения состояния сельскохозяйственных угодий и производства.

Одним из основных факторов, определяющих изменение состояния природных систем, является изменение структуры ландшафтов в результате развития сельскохозяйственной деятельности. Распашка земель и трансформация естественных биоценозов в агроценозы сопровождается изменением потоков вещества и энергии и нарушением природного равновесия. Данные о современной структуре биотических и абиотических элементов по экономическим районам (табл. 5) показывают, что развитие сельскохозяйственного производства произошло в основном за счет распашки естественных лугов и частично лесных угодий, т.е. за счет самых экологически значимых биотических элементов. Кроме того, наряду с биотическими появились абиотические элементы в виде населенных пунктов и промышленных объектов с соответствующей инфраструктурой. Это

очень важное обстоятельство, т.к. абиотические элементы не производят биомассу, а только потребляют природные ресурсы, поставляя огромное количество отходов, являясь тем самым основным источником загрязнения природной среды. Таким образом, экологическое значение абиотических элементов в природной среде отрицательно.

Наиболее значительные изменения структуры природных ландшафтов произошли в Центральном, Волго-Вятском, Центрально-Черноземном, Поволжском, Северо-Кавказском и Уральском районах, где площади сельскохозяйственных угодий составляют 36,6...74%, а площади пашни – 26,8...63,2% общей площади.

В Северо-Западном и Западно-Сибирском районах площади сельскохозяйственных угодий и пашни составляют соответственно 14...15 и 7,8...9,2 %. Наименьшей трансформации подверглись естественные угодья в Восточно-Сибирском, Северном и Дальневосточном районах, в которых площади сельскохозяйственных угодий и пашни не превышают 1,0...5,3 и 0,5 % соответственно.

В состав сельскохозяйственных угодий входят мелиорированные земли (орошаемые и осушаемые), площади которых в целом по России составляют около 6 % от площади сельскохозяйственных угодий. По отдельным районам площади мелиорированных земель составляют от 2 % (Западно-Сибирский район) до 10 % (Северо-Западный район). Необходимость выделения мелиорированных земель и земель, занятых населенными пунктами и промышленными объектами, связана с их различной значимостью в формировании экологической стабильности территорий.

Развитие сельскохозяйственного и промышленного производства наряду с изменением структуры природных систем сопровождалось поступлениями дополнительного количества химических веществ и энергии. Правда, в последние 15 лет поступление в природную среду минеральных и органических удобрений, пестицидов и других химических веществ резко сократился. Промышленное производство и сопутствующие ему выбросы загрязняющих веществ в атмосферу изменились за последние 15 лет незначительно, несмотря на сокращение производства, и включают в основном диоксид серы (SO₂), оксид углерода (CO) и твердые вещества. В их составе присутствуют тяжелые металлы в количествах, которые значительно превышают их фоновое содержание в природной среде. Поступление тяжелых металлов в непосредственной близости от промышленных объектов достигает 1000...1500 кг/км² в год. Основными источниками являются предприятия по добыче и переработке черных и цветных металлов, тепловые электростанции, машиностроение, химическая

промышленность, приборостроение, производство строительных материалов, сельское хозяйство.

Таблица 5

Современная структура биотических и абиотических элементов по экономическим районам, %

Экономический район	Пашня		Сенокосы и пастбища		Всего с/х угодий	Луга	Леса	Болота	Водоёмы	Населенные пункты *
	Богарная	Мелиорированная	Богарная	Мелиорированная						
Северный	0,8	0,2	0,7	0,1	1,8	3,2	84,0	7,0	3,0	1,0
Северо-Западный	8,6	0,6	4,8	1,0	15,0	-	69,0	13,0	1,0	2,0
Центральный	26,8	2,4	10,4	1,4	41,0	-	51	4,0	1,0	3,0
Волго-Вятский	26,9	1,3	7,9	0,5	36,6	-	58,4	3,0	1,0	1,0
Центрально-Черноземный	61,2	2,0	15,5	0,3	79	6	12,0	-	1,0	2,0
Поволжский	42,0	2,6	27,3	0,1	72,0	24,0	1,0	-	1,0	2,0
Северо-Кавказский	41,4	5,1	23,8	0,6	70,9	25,1	1,0	-	1,0	2,0
Уральский	26,3	0,5	14,3	0,2	41,3	25,7	30,0	1,0	1,0	1,0
Западно-Сибирский	7,7	0,1	6,1	0,1	14,0	58	8,0	17,0	2,0	1,0
Восточно-Сибирский	2,0	0,1	3,1	0,1	5,3	4,7	87,0	1,0	1,0	1,0
Дальневосточный	0,45	0,05	0,45	0,05	1,0	6	86	5,0	1,0	1,0

* - населенные пункты, карьеры и другие нарушенные земли

Вклад сельского хозяйства в общее поступление загрязняющих веществ в природную зону не превышает 1...2 % и для большинства элементов в несколько раз меньше выноса с урожаем и стоком (для Pb – в 3 раза, Zn – в 25, Cu – в 5,5, Cr – в 4 раза). Однако в целом баланс тяжелых металлов в почвах в результате загрязнения всегда положительный.

Преобладающая часть тяжелых металлов, поступающих из атмосферы с жидкими осадками, находятся в растворенной форме; в поступающих с твердыми осадками (снегом) загрязнениях преобладают водонерастворимые формы тяжелых металлов. В почве тяжелые металлы находятся также в различной форме: в обменном состоянии в зависимости от типа почв и емкости катионного обмена – от 6 до 100 %; связанных с карбонатами – от 2 до 10 %; связанных с органическим веществом – от 3 до 25 %. Доля прочносвязанных тяжелых металлов уменьшается в ряду : Cr > Ni > Mn > Cu > Zn > Pb > Cd, следовательно опасность перехода тяжелых металлов в доступное для растений состояние в результате изменения кислотно-щелочных условий почв и уменьшения емкости катионного обмена увеличивается в обратном порядке, т.е. в раствор переходят наиболее опасные для биоты элементы. В свою очередь изменение кислотно-щелочных условий почв в значительной степени связано с выбросом диоксида серы (SO₂) и окиси углерода (CO). Основной аэрозоль атмосферы (SO₂), несмотря на большие объемы его выбросов, является короткоживущим газом (4 – 5 суток). В отличие от углекислого газа диоксид серы под воздействием коротковолновой радиации превращается в серный ангидрид, который под действием атмосферных осадков переходит в серную кислоту, образуя так называемые «кислотные дожди». Особую опасность кислотные дожди представляют для гумидных районов, где распространены почвы с pH < 7, поэтому Северный, Северо-Западный, Волго-Вятский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский и Дальневосточный районы характеризуются очень низкой и низкой геолого-экологической устойчивостью (см. табл. 4).

Влияние кислотно-щелочных условий на подвижность тяжелых металлов чрезвычайно велико; увеличение кислотности резко увеличивает подвижность тяжелых металлов в почвах и влияние их на рост и развитие растений.

Изменение кислотно-щелочных условий в почвах зависит от многих факторов, в том числе от интенсивности промывного режима и доз применения минеральных удобрений. Влияние минеральных удобрений на физико-химические свойства почв не ограничивается увеличением кислотности, а сопровождается изменением таких свойств, как емкость катионного обмена, гидролитическая кислотность, содержание и состав гумуса, вынос Ca и Mg.

Подкисление почв при применении высоких доз минеральных удобрений в значительной степени является следствием выноса ионов Ca и Mg, уменьшением суммы обменных оснований и сопровождается увеличением гидролитической кислотности и изменением состава почвенного гумуса. Высокие дозы внесения минеральных удобрений усиливают также минерализацию почвенного гумуса; при дозах NPK > 300 кг/га баланс гумуса бывает отрицательным (табл. 6). Снижение содержания гумуса в свою очередь может привести к уменьшению емкости катионного обмена. Это связано с тем, что величина ППК во многом определяется запасами гумуса. По данным В.Р. Волобуева, величина ППК является функцией содержания гумуса (x_1) и частиц $d < 0,001$ мм (x_2):

$$\text{для черноземов ППК} = 12 + 2,5 x_1 + 0,5x_2; \quad (2)$$

$$\text{для каштановых почв ППК} = 6,5 + 2,2x_1 + 0,4x_2; \quad (3)$$

$$\text{для подзолистых почв ППК} = 2 + 0,36x_1 + 0,06x_2. \quad (4)$$

Величина ППК и насыщенность основаниями существенно зависят от pH. Чем меньше pH, тем меньше емкость катионного обмена и тем выше степень ненасыщенности основаниями. Подкисление почв приводит также к значительному повышению содержания не только тяжелых металлов, но и растворимого железа и алюминия. Увеличение содержания подвижных форм тяжелых металлов сильно влияет на нитрофицирующую активность почв, причем степень этого влияния различна в зависимости от окультуривания почв.

Таблица 6

Влияние минеральных удобрений на свойства почв

Дозы внесения NPK, кг/га	Изменение физико-химических свойств почв, в долях от 1						
	Вынос Ca и Mg*	pH	ППК	Сумма обменных оснований	Гидролитиче ская кислотность	Содержани е гумуса	Состав гумуса Gг/Gф
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
50	1,05	1,00	1,00	0,99	1,05	1,00	1,00
100	1,10	0,995	0,99	0,98	1,10	1,00	0,99
150	1,20	0,99	0,98	0,97	1,16	0,999	0,95
200	1,40	0,98	0,96	0,96	1,21	0,998	0,90
250	1,60	0,96	0,95	0,92	1,26	0,996	0,85
300	1,90	0,94	0,94	0,88	1,30	0,995	0,80
400	2,90	0,93	0,93	0,86	1,37	0,992	0,70
500	3,90	0,92	0,92	0,84	1,43	0,988	0,60
600	5,00	0,90	0,91	0,83	1,48	0,983	0,53
650	5,30	0,88	0,90	0,80	1,50	0,980	0,50

* Вынос Ca и Mg при наличии в почвах тяжелых металлов увеличивается в 1,5 – 2 раза

Сельскохозяйственные растения обладают различной устойчивостью по отношению к загрязняющим веществам. Влияние загрязнения атмосферного воздуха диоксидом серы, оцениваемое по снижению продуктивности, выглядит следующим образом [2]:

- зерновые культуры, включая кукурузу – слабое;
- овощи, картофель – очень слабое и слабое;
- кормовые культуры – слабое и среднее;
- плодовые и ягодные культуры – среднее – очень сильное;
- лесные культуры – среднее – очень сильное.

Из тяжелых металлов наибольшую опасность представляют наиболее подвижные металлы (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn), которые характеризуются высокой биохимической активностью и интенсивно накапливаются в биоте [2].

Поглощение тяжелых металлов растениями зависит от характера строения и химического состава клеточных оболочек у разных видов сельскохозяйственных культур. При совместном поступлении тяжелых металлов содержание их в растениях возрастает.

Увеличение содержания тяжелых металлов в почве сопровождается изменением содержания химических элементов в растениях. По данным В.Ф. Ладонина, увеличение содержания химических элементов в растениях под воздействием тяжелых металлов (Pb, Cd, Zn) имеют сходный характер; прослеживается отчетливое повышение содержания азота и натрия (в 1,3...2,0 раз) и уменьшение содержания фосфора, калия, кальция и магния (в 1,1...1,3 раза).

Изменение кислотно-щелочных условий почв и содержания в них тяжелых металлов существенно влияет на урожайность сельскохозяйственных культур. Изменение рН почвы с 7 до 4,3 сопровождается снижением урожая зерновых на 12...25%, а увеличение содержания тяжелых металлов может снизить урожай на 17...95%. При этом наибольшее влияние тяжелых металлов на урожайность наблюдается на подзолистых и дерново-подзолистых почвах, обладающих меньшей емкостью поглощения. Приведенные данные дают основание говорить о том, что предельно-допустимые концентрации (ПДК) тяжелых металлов должны быть различны для разных типов почв и разных величин рН. В имеющихся справочных материалах величины ПДК постоянны для разных металлов независимо от типов и кислотно-щелочных условий почв, что представляется необоснованным. В последнее время в литературе появились данные по ориентировочно допустимым концентрациям (ОДК),

которые в известной мере учитывают гранулометрический состав и кислотно-щелочные условия почв.

Таковы в общем виде основные причины изменения состояния природных ландшафтов в результате развития техногенной деятельности. Однако для полной характеристики причин ухудшения сельскохозяйственных угодий необходимо рассмотреть изменение основных показателей функционирования техноприродных систем: теплового и водного балансов, балансов химических веществ и органики, плодородия почвы.

Уравнение теплового баланса деятельной поверхности записывается в виде [3,4] :

$$R = LE + F + B, \quad (5)$$

где: R - радиационный баланс деятельной поверхности; P – теплообмен между почвой и атмосферой; LE – затраты тепла на испарение; B – теплообмен в почве; все составляющие в кДж/см² год.

Распашка и сельскохозяйственное использование земель сопровождается изменением альbedo подстилающей поверхности, следовательно, изменением всех составляющих теплового баланса. Изменение величины радиационного баланса R пропорционально изменению альbedo и определяется как

$$R_c = R_e \frac{1 - A}{1 - A_1} \quad (6)$$

где: R_c и R_e - радиационный баланс сельскохозяйственных угодий и естественной поверхности; A и A_1 – альbedo в естественных и измененных условиях. Распашка резко снижает величину альbedo, что сопровождается увеличением радиационного баланса, количества фотосинтетически активной радиации ФАР и индекса сухости М.И. Будыко

$\bar{R} = \frac{R}{LO_c}$. Это увеличение различно в зависимости от типа почв и растительного покрова и составляет 6...12% (табл. 7).

Таблица 7

Изменение радиационного баланса, ФАР и индекса сухости Будыко при распашке

Экономический район	Радиационный баланс, кДж/см ² год		ФАР, кДж/см ² год		Индекс сухости Будыко, \bar{R}	
	R_e	R_c	ФАР _e	ФАР _c	R_e	R_c
Северный	102	111	156	165	0,72	0,79
Северо-Западный	125	137	179	191	0,76	0,83
Центральный	135	153	189	207	0,89	1,00
Волго-Вятский	139	158	193	212	0,85	0,97

Центрально-Черноземный	153	176	207	230	1,10	1,27
Поволжский	165	184	219	238	1,54	1,72
Северо-Кавказский	179	203	233	257	1,30	1,47
Уральский	136	153	190	207	0,90	1,01
Западно-Сибирский	129	142	183	196	1,21	1,33
Восточно-Сибирский	116	124	170	178	0,84	0,90
Дальневосточный	120	131	174	185	1,00	1,10

Экологические последствия указанных изменений не одинаковы для разных почвенно-климатических зон. В гумидной зоне увеличение радиационного баланса приводит к увеличению теплообеспеченности и продуктивности и поэтому распашку следует рассматривать как один из видов тепловых мелиораций, обеспечивающих увеличение биоклиматического потенциала и продуктивности сельскохозяйственных растений. В степной, сухостепной и полупустынной зонах распашка и увеличение радиационного баланса сопряжены с увеличением засушливости территории и некоторым снижением продуктивности. Здесь, в отличие от гумидной зоны для полного использования биоклиматического потенциала требуется искусственное увлажнение почв с целью компенсации нарушенного распашкой гидротермического режима.

Однако этим не исчерпывается влияние распашки на микроклимат территории. Анализ изменения градиентов температуры и влажности в 2-х метровом приземном слое воздуха показывает, что наряду с увеличением испарения значительно возрастает теплообмен между почвой и атмосферой. Изменение соотношения LE/P дает основание говорить о возрастании роли внутреннего влагооборота в формировании атмосферного увлажнения.

Орошение земель приводит не только к увеличению влажности почв и приземного слоя воздуха, но и к дальнейшему повышению радиационного баланса за счет снижения альбедо. Осушение земель, напротив, увеличивает альбедо и снижает радиационный баланс по сравнению с неосушаемыми территориями.

Очень важным является то, что орошение и осушение земель позволяет регулировать гидротермический режим и тем самым в известной мере компенсировать изменение теплового баланса территории.

При рассмотрении изменений водного баланса при распашке земель очень важно оценить основные элементы, которые определяют направленность и интенсивность природных процессов. К числу таких элементов следует отнести испарение, характеризующее продуктивность, эффективность биологического круговорота и внутреннего влагооборота; поверхотный сток, зависящий от сельскохозяйственного

использования земель и влияющий не только на режим и качество поверхностных вод, но и на развитие водной эрозии почв, и вертикальный влагообмен между почвенными и грунтовыми водами, который непосредственно влияет на почвообразовательный процесс и связь биологического и геологического круговоротов влаги и химических элементов.

Использование общего водного баланса в данном случае не приемлемо, так как в нем исключается влагообмен между почвенными и грунтовыми водами. По аналогичным соображениям нельзя использовать и уравнение баланса подземных вод, в котором исключается поверхностный сток.

Наиболее приемлемым является баланс поверхностных и почвенных вод, учитывающий все перечисленные элементы:

$$W_n = O_c - E - \bar{c} \pm g, \quad (7)$$

где: W_n - изменение запасов поверхностных и почвенных вод, мм; O_c - атмосферные осадки, мм; E - испарение, мм; \bar{c} - поверхностный сток, мм; $\pm g$ - влагообмен между почвенными и грунтовыми водами, мм («+» - восходящие и «-» - нисходящие потоки). Поверхностным притоком в уравнении (7) в рассматриваемом случае можно пренебречь.

При определении элементов баланса поверхностных и подземных вод можно ограничиться среднегодовыми данными. За почвенный слой целесообразно принять зону между поверхностью почвы и поверхностью грунтовых вод при глубине последних ≤ 3 м. При глубоком залегании грунтовых вод можно принять слой, в котором происходят сезонные изменения влажности. Значения \bar{c} определяется по гидрологическим данным, по справочникам или картам с учетом сельскохозяйственного использования земель.

Наиболее сложным является определение величины испарения и влагообмена между почвенными и грунтовыми водами. Для определения этих элементов использована связь между энергетическим и водным балансами М.И. Будыко:

$$\bar{E} = \frac{E}{O_c} = \sqrt{\bar{R} \frac{1}{R} (1 - ch \bar{R} + sh \bar{R})}. \quad (7)$$

Результаты расчетов среднегодового баланса поверхностных и почвенных вод по экономическим районам (табл. 8) показывают, что распашка земель изменяет соотношение элементов баланса поверхностных и почвенных вод; в автоморфных условиях при распашке возрастает не только испарение, но довольно существенно и поверхностный сток, что свидетельствует об усилении биологического и геологического круговоротов воды и химических элементов. При этом увеличение испарения и поверхностного стока происходит

за счет резкого уменьшения интенсивности влагообмена между поверхностными и грунтовыми водами. Последствия таких изменений весьма разнообразны. С одной стороны изменяется продуктивность (увеличивается урожай в гумидной зоне и уменьшается в засушливой). Это связано с увеличением теплообеспеченности (в гумидной зоне) и засушливости (в засушливой зоне). С другой - существенно возрастает поверхностный сток, что наряду с вырубкой лесов влияет на объем и, главным образом, режим поверхностных вод и способствует не только увеличению катастрофических наводнений, но и ухудшению качества речных вод за счет увеличения объема рассредоточенных источников загрязнения.

Увеличение поверхностного стока вызывает рост водной эрозии. Роль снижения интенсивности влагообмена между почвенными и грунтовыми водами также неоднозначна. Во-первых, это снижает поступление химических элементов из биологического в геологический круговорот, во-вторых, может способствовать в засушливой зоне при гидроморфных и полугидроморфных условиях и наличии минерализованных грунтовых вод развитию процессов засоления и осолонцевания почв.

При орошении земель в балансе поверхностных и почвенных вод, как и следовало ожидать, возрастает роль поверхностного стока и влагообмена между почвенными и грунтовыми водами и соответственно снижается роль испарения по сравнению с неорошаемой пашней (табл. 8).

Таблица 8

Баланс поверхностных и почвенных вод по экономическим районам

Составляющие баланса поверхностных и почвенных вод	Экономические районы										
	С	СЗ	Ц	ВВ	ЦЧО	П	СК	УР	ЗС	ВС	Д
Естественные условия $O_p = 0$											
Осадки $O_c, \%$	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Испарение $E, \%$	57	60	65	64	73	83	79	66	76	63	70
Поверхностный сток $\bar{c}, \%$	22	24	21	21	15	10	11	20	12	22	23
Влагообмен $g, \%$	21	16	14	15	12	7	10	14	12	15	7
Пашня без орошения и осушения											
Осадки $O_c, \%$	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Испарение $E, \%$	64	63	70	68	78	87	82	70	79	65	72
Поверхностный сток $\bar{c}, \%$	28	30	26	26	19	12	14	25	15	28	26
Влагообмен $g, \%$	12	7	4	6	3	1	4	5	6	7	2

Пашня с орошением											
Осадки и орошение $O_c+O_p, \%$	100*	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Испарение $E, \%$	53	55	59	60	64	70	67	60	60	56	63
Поверхностный сток $\bar{c}, \%$	33	36	32	30	22	15	16	30	18	30	30
Влагообмен $g, \%$	14	9	9	10	14	15	17	10	22	14	7
Экономический район в целом с учетом распашки, орошения и осушения											
Осадки и орошение O_c+O_p	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Испарение $E, \%$	57	60	66	65	76	85	80	68	76	63	70
Поверхностный сток $\bar{c}, \%$	22	24	22	22	18	12	13	21	13	22	23
Влагообмен $g, \%$	21	16	12	13	6	3	7	11	11	15	7

*Оросительные нормы нетто по экономическим районам : С – 100 мм; СЗ – 150 мм ; Ц – 200 мм; ВВ – 150 мм; ЦЧО – 250 мм ; П – 300 мм ; СК – 300 мм; У – 200 мм ; ЗС – 200 мм ; ВС – 150 мм; Д – 150 мм.

Такое соотношение элементов баланса свидетельствует о низкой эффективности существующей техники и технологии орошения; потери воды на поверхностный сток и влагообмен очень велики и достигают 30...47% от водоподачи нетто, а с учетом коэффициента полезного действия каналов – более 40...60%. Однако нерациональное использование водных ресурсов при орошении далеко не единственный недостаток; увеличение поверхностного стока и главным образом дополнительного питания грунтовых вод способствует развитию ирригационной эрозии, подъему уровня грунтовых вод, загрязнению поверхностных и грунтовых вод и засолению почв не только на самих орошаемых массивах, но и на сопредельных территориях.

Строительство коллекторно-дренажных систем для поддержания уровня грунтовых вод на необходимой глубине резко увеличивает интенсивность геологического круговорота и геохимической миграции.

Иное соотношение элементов баланса поверхностных и грунтовых вод складывается на переувлажненных землях в гидроморфных условиях ($УГВ < 1,0$ м). В этом случае влагообмен между почвенными и грунтовыми водами меняет знак, т. е. имеет место восходящий поток влаги от грунтовых вод, интенсивность которого достигает +33%.

Осушение пахотных земель резко изменяет соотношение элементов баланса; роль испарения снижается до 60...80%, поверхностного стока – 18...36%, а водообмен между почвенными и грунтовыми водами вырастает до 2...7% (промывной режим). Последствия

этих изменений чрезвычайно разнообразны и в большинстве своем отрицательны за исключением увеличения урожайности сельскохозяйственных культур. Увеличение стока (поверхностного и подземного) сопровождается изменением режима и качества речных вод, загрязнением грунтовых вод и, наконец, развитием комплексности почвенного покрова в результате неравномерного снижения уровня грунтовых вод дренажем. В качестве наглядного примера негативного воздействия осушения земель на режим речного стока может служить река Припять. Широкое развитие осушения земель в верховьях реки в пределах Украины привело к тому, что дамбы обвалования, построенные ранее в среднем и нижнем течении реки на территории Белоруссии, перестали выполнять свою роль в результате резкого увеличения паводковых расходов, значительно превышающих расчетные.

Загрязнение водных ресурсов за счет выноса биогенов с сельскохозяйственных угодий с поверхностным стоком увеличивается по сравнению с естественными условиями в 10...50 раз и достигает 5...50 кг/га в год, что во многих случаях сопровождается эвтрофикацией водоемов и водотоков.

Изменение содержания органического вещества и химических элементов при распашке происходит как за счет изменения объема производимой биомассы в агроценозах и содержания в ней химических элементов, так и за счет уничтожения опада в виде подстилки и степного войлока, а также за счет отчуждения значительной части биомассы с урожаем. Эти изменения определяют характер влияния на процессы почвообразования и состояние сельскохозяйственных угодий, главным образом пахотных почв. Масштабы изменений балансов органического вещества и химических элементов в почвах при распашке по сравнению с природными условиями приведены в таблице 9.

Таблица 9

Экономические районы	С/х угодья без орошения и осушения		С/х угодья с орошением и осушением		В целом по району
	луга	леса	луга	Леса	
Изменение содержания органического вещества					
Северный	0,35	0,03	0,53	0,05	0,99
Северо-Западный	0,35	0,03	0,53	0,04	0,90
Центральный	0,39	0,03	0,41	0,03	0,84
Волго-Вятский	0,38	0,03	0,57	0,05	0,70
Центрально-Черноземный	0,40	0,03	0,40	0,03	0,71
Поволжский	0,43	0,03	0,25	0,02	0,52
Северо-Кавказский	0,40	0,03	0,30	0,02	0,54

Уральский	0,37	0,03	0,46	0,04	0,87
Западно-Сибирский	0,39	0,03	0,26	0,02	0,88
Восточно-Сибирский	0,41	0,03	0,49	0,03	0,99
Дальневосточный	0,37	0,03	0,43	0,03	0,99
Изменение содержания химических элементов					
Северный	0,20	0,07	0,31	0,10	0,98
Северо-Западный	0,26	0,08	0,39	0,12	0,87
Центральный	0,31	0,05	0,33	0,05	0,84
Волго-Вятский	0,27	0,07	0,40	0,10	0,71
Центрально-Черноземный	0,26	0,05	0,26	0,05	0,61
Поволжский	0,35	0,05	0,20	0,03	0,45
Северо-Кавказский	0,26	0,05	0,20	0,03	0,51
Уральский	0,27	0,07	0,34	0,09	0,82
Западно-Сибирский	0,31	0,05	0,21	0,03	0,85
Восточно-Сибирский	0,26	0,05	0,30	0,06	0,98
Дальневосточный	0,28	0,04	0,32	0,05	0,99

Изменения запасов органического вещества и химических элементов в почве при распашке очень велики, что непременно сказывается на состоянии и плодородии почв и устойчивости природной системы в целом. Полученные данные приводят к выводу, что состояние сельскохозяйственных угодий должно быть неустойчивым. В таких состояниях природные флуктуации содержания органического вещества вместо того, чтобы затухать, усиливаются и затрагивают всю природную систему, вынуждая ее эволюционировать к новому режиму, отличному от природного. В случаях, когда возможна такая неустойчивость, необходимо оценить порог снижения запасов органического вещества, за которым флуктуации могут привести к деградации всей природной системы. Такая ситуация сложилась в Калмыкии, где перевыпас и сильная сбитость пастбищ привели к развитию процессов опустынивания, интенсивность которых превышает 50000 га в год. Используя данные Г.А. Романенко, можно оценить предел снижения запасов органического вещества, за которым следует опустынивание. Этот предел составляет 0,15...0,20. Сравнение этого предела с данными таблицы 9 показывает, что снижение запасов органического вещества в почвах гумидной зоны (0,35...0,37) достаточно близко к критическому. Вынос основных элементов питания с урожаем сельскохозяйственных культур составляет: по азоту – 95...220 кг/га в год; по фосфору – 30... 50 кг/га в год и по калию – 60...400 кг/га в год. Эти потери ни в коей мере не компенсируются современными дозами внесения минеральных (10...12 кг/га) и органических удобрений и естественно сопровождаются снижением плодородия почв. По данным Г.А. Романенко, площади почв с низким содержанием фосфора и калия составляют

40 и 12 млн. га соответственно и продолжают увеличиваться. Баланс питательных веществ в земледелии России, кг/га действующего вещества в 1986 - 90 годах при дозах внесения NPK = 140...150 кг/га составлял +9 кг/га, в 2000 г уже - 30...66 кг/га.

Одним из наиболее серьезных последствий отрицательного баланса органического вещества и химических элементов является сработка запасов почвенного гумуса и вынос кальция и магния. Последнее сопровождается увеличением ненасыщенности основаниями, гидролитической кислотности и по сути является одной из основных причин подкисления почв (табл. 10 и 11).

Таблица 10

Динамика сработки запасов почвенного гумуса на пашне, т/га в год

Экономический район	Сработка запасов гумуса по годам				
	1967-71	1981-85	1986-90	1995 г	2000 г
Северный	0,31	0,31	0,55	0,26	0,31
Северо-Западный	0,30	0,37	0,47	0,42	0,50
Центральный	0,34	0,19	0,19	0,60	0,71
Волго-Вятский	0,52	0,29	0,20	0,53	0,63
Центрально-Черноземный	0,80	0,34	0,51	0,68	0,80
Поволжский	0,68	0,50	0,50	0,65	0,77
Северо-Кавказский	0,88	0,56	0,72	0,95	1,12
Уральский	0,84	0,58	0,49	0,53	0,63
Западно-Сибирский	0,79	0,67	0,59	0,77	0,91
Восточно-Сибирский	0,94	0,80	0,72	0,82	0,97
Дальневосточный	0,90	0,27	0,58	0,67	0,79
В целом по России	0,72	0,49	0,49	0,68	0,80

Таблица 11

Динамика площадей кислых почв по годам, тыс.га

Экономический район	1971 г		1991 г		2000 г	
	Сильно* кислые	Средне* кислые	Сильно кислые	Средне кислые	Сильно кислые	Средне кислые
Северный	357	338	179	201	813	794
Северо-Западный	468	646	150	257	419	746
Центральный	3728	4767	1099	2998	2660	6191
Волго-Вятский	1694	1957	1230	1727	2112	2694
Центрально-Черноземный	16	750	78	1514	128	1892
Поволжский	83	1045	165	1680	432	1830
Северо-Кавказский	19	53	22	65	187	286
Уральский	1608	2170	1071	1764	1654	2949
Западно-Сибирский	260	893	255	1046	866	4228
Восточно-Сибирский	31	294	94	469	411	2514

Дальневосточный	625	1102	571	1170	1772	3024
-----------------	-----	------	-----	------	------	------

*Сильно кислые – рН < 4,5; Средне кислые – рН = 4,6...5,0

Изменения структуры природных ландшафтов, энергетического и материального балансов сопровождается изменением основного свойства почв – плодородия. Для оценки относительных изменений плодородия почв в работе использованы данные, приведенные выше и результаты исследований С.А. Пегова и П.М. Хомякова:

$$S = \alpha \times (G_f + 0,2 G_\phi) + \beta \sqrt[3]{NPK} + \gamma e^{-\frac{H_f - 1}{\alpha_0}} \quad (8)$$

где: S – относительная величина плодородия почв, в баллах; G_f и G_ϕ – запасы гуматного и фульватного гумуса, т/га; N, P, K – содержание элементов минерального питания, в долях от максимального содержания; H_f – гидролитическая кислотность, мг-экв/на 100г; α , β и γ – коэффициенты пропорциональности $\alpha = 0,011$ га/т ; $\alpha_0 = 4$ мг-экв/100г; $\beta = 8,5$; $\gamma = 5,1$.

Результаты прогнозных расчетов показателей плодородия преобладающих почв приведены в табл. 12. Эти расчеты показывают, что за прошедшие 20 лет (1980 - 2000 гг) плодородие почв снизилось на 5...16%. При этом обращает на себя внимание большая сработка плодородия в гумидной зоне (9...16 %) и меньшая в засушливой зоне (5...10 %). Для того, чтобы понять такое положение необходимо рассмотреть роль различных факторов в формировании плодородия почв.

Таблица 12

Осредненные исходные и прогнозные характеристики преобладающих типов почв по экономическим районам

Экономический район	Запасы гумуса в почвах, т/га	Состав гумуса G_f/G_ϕ	Содержание NPK в долях от максимального			Гидролитическая кислотность H_f , мг-экв/100г	Индекс плодородия почв. баллы	Изменение индекса почв, %
			N	P	K			
С	50	0,62	0,18	0,18	0,38	5,6	3,9	- 12
	43	0,40	0,12	0,12	0,29	5,9	3,1	
С-3	70	0,75	0,20	0,17	0,40	5,0	4,4	- 16
	61	0,60	0,14	0,13	0,30	5,1	3,7	
Ц	130	0,90	0,45	0,21	0,51	3,8	6,3	- 9
	121	0,85	0,36	0,17	0,44	4,0	5,8	
В-В	150	0,90	0,40	0,20	0,50	4,0	6,2	- 11
	140	0,80	0,32	0,15	0,44	4,2	5,5	
ЦЧО	500	2,1	0,80	0,35	0,90	2,2	13,2	- 8
	488	1,9	0,73	0,27	0,82	2,3	12,2	
Пов.	400	1,4	0,80	0,40	0,90	0,60	13,1	- 5
	383	1,3	0,75	0,36	0,85	0,65	12,5	

С-К	$\frac{600}{585}$	$\frac{2,2}{2,1}$	$\frac{1,00}{0,93}$	$\frac{0,40}{0,36}$	$\frac{1,00}{0,94}$	$\frac{1,0}{1,1}$	$\frac{16,3}{14,7}$	- 10
Ур.	$\frac{250}{237}$	$\frac{0,90}{0,85}$	$\frac{0,45}{0,39}$	$\frac{0,22}{0,18}$	$\frac{0,55}{0,49}$	$\frac{3,5}{3,6}$	$\frac{7,6}{7,0}$	- 8
З-С	$\frac{200}{185}$	$\frac{1,95}{1,90}$	$\frac{0,80}{0,70}$	$\frac{0,35}{0,30}$	$\frac{0,90}{0,81}$	$\frac{1,8}{1,9}$	$\frac{11,1}{10,2}$	- 8
В-С	$\frac{100}{83}$	$\frac{0,80}{0,70}$	$\frac{0,35}{0,26}$	$\frac{0,19}{0,15}$	$\frac{0,40}{0,31}$	$\frac{4,3}{4,4}$	$\frac{5,4}{4,6}$	- 14
Д	$\frac{70}{56}$	$\frac{1,00}{0,90}$	$\frac{0,50}{0,39}$	$\frac{0,21}{0,15}$	$\frac{0,52}{0,40}$	$\frac{3,3}{3,4}$	$\frac{6,5}{5,5}$	- 15

Примечание: в числителе данные на 1980 г, в знаменателе – на 2000 г.

В гумидной зоне основную роль в формировании плодородия почв играют рН почвенного раствора и дефицит элементов минерального питания (NPK), роль которых составляет 38...51% (в среднем 45%) и 40...50% (в среднем 44%) соответственно. Роль почвенного гумуса невелика и не превышает 6...22% (в среднем 11%). В засушливой зоне основная роль в формировании плодородия почв принадлежит подвижным элементам минерального питания (NPK) 38...43% (в среднем 41%). рН почвенного раствора и содержание гумуса играет меньшую роль 28...36% (в среднем 31%) и 20...32% (в среднем 28%) соответственно. Таким образом, основным лимитирующим фактором в формировании плодородия почв является недостаток подвижных элементов минерального питания растений (43 %). Несколько меньшую роль играет величина рН – 41%. Роль гумуса не превышает в среднем 16%, поэтому сводить регулирование плодородия почв к повышению содержания гумуса нет никакого смысла. Не следует превращать проблему расширенного воспроизводства гумуса в почвах в самоцель, она должна решаться исключительно с позиций оптимизации водно-физических, физико-химических, агрохимических свойств почв и регулирование биологического круговорота.

Рассмотрим далее изменение экологической стабильности и эколого-геохимической устойчивости техноприродных систем. Выше отмечалось, что при развитии хозяйственной деятельности в структуре природных систем наряду с существующими биотическими элементами появляются пахотные земли, сенокосы и пастбища, а также относительно новые элементы в виде мелиорированных (орошаемых и осушаемых) земель, образуются техноприродные системы в виде агроэкосистем. Это высокопродуктивные, но неустойчивые из-за малого биологического разнообразия экологические системы, требующие для своего поддержания постоянного целенаправленного труда человека, без которого они существовать не могут.

Кроме этого в структуре техноприродных систем появились абиотические элементы в виде населенных пунктов, городов, промышленных объектов и др. (табл. 5).

В литературе имеются данные, характеризующие экологическую значимость пахотных земель ($K_1 = 0,14$), сенокосов и пастбищ ($K_1 = 0,62$), но нет данных для оценки значимости мелиорированных (орошаемых и осушаемых) земель. В принципе экологическая значимость мелиорированных земель должна быть значительно выше, чем не мелиорированных. Однако анализ существующих в России техники и технологии орошения и осушения земель показывает, что кроме некоторого увеличения урожайности сельскохозяйственных культур все остальные виды воздействия на природные системы, к сожалению, отрицательны (увеличение промывного режима, изменение условий почвообразования, развитие ирригационной эрозии, подъем уровня грунтовых вод и засоление земель и др.). В связи с этим экологическая значимость орошаемых и осушаемых земель может быть больше или меньше, чем не мелиорированных. Изменение экологической значимости орошаемых и осушаемых земель в первом приближении оценим из соотношения:

$$\frac{(\bar{c} + g)_0}{(\bar{c} + g)_M} \cdot \frac{Y_M}{Y_0} \quad (9)$$

где: $(\bar{c} + g)_0$ и $(\bar{c} + g)_M$ – поверхностный сток и влагообмен между почвенными и грунтовыми водами на не мелиорированных и мелиорированных землях, мм; Y_0 и Y_M – урожайность сельскохозяйственных культур на не мелиорированных и мелиорированных землях, ц/га. Используя данные по изменению баланса поверхностных и почвенных вод (см. табл. 8) и данные по урожайности оценим уровни экологической значимости орошаемых и осушаемых земель по экономическим районам. Результаты расчетов показывают, что

экологическая значимость $K_1 = 0,09 \dots 0,15$ для орошаемых земель и $K_1 = 0,54 \dots 0,80$ для осушаемых.

Оценка экологической значимости абиотических элементов значительно сложнее. Ясно лишь одно, что абиотические элементы оказывают только отрицательное влияние на природные системы, поэтому мы приняли экологическая значимость этих элементов $K_1 = -1,0$.

Оценка экологической стабильности антропогенно-природных систем выполнена с использованием выражения (1), данных по структуре систем (табл. 5) и значений K_1 для пашни, сенокосов, пастбищ, орошаемых и осушаемых земель и абиотических элементов.

Оценка эколого-геохимической устойчивости антропогенно-природных систем к техногенным химическим загрязнениям выполнена в соответствии с работой М.А. Глазовской с учетом изменений физико-химических и агрохимических свойств почв (рН, Нг, гумус, ППК и др.) (табл.12).

Результаты расчетов экологической стабильности (K_2) и эколого-геохимической устойчивости техноприродных систем показали, что они отличаются от таковых для природных (табл. 4). Уровень экологической стабильности и эколого-геохимической устойчивости на всех территориях экономических районов в условиях хозяйственной деятельности снизился. Практически все природные системы экономических районов перешли в разряд мало стабильных, а в части эколого-геохимической устойчивости – в разряд очень низко - средне стабильных. Этого и следовало ожидать, исходя из характера изменения основных свойств природных геосистем.

Снижение экологической устойчивости геосистем означает неизбежное дальнейшее развитие деграционных процессов и ухудшения состояния сельскохозяйственных угодий даже при современной техногенной нагрузке, не говоря уже о ее усилении, а значит усиление зависимости сельскохозяйственного производства от климатических факторов и снижение его устойчивости. Этот вывод подтверждается данными о динамике урожайности и производства сельскохозяйственной продукции за последние десятилетия. Так средний коэффициент вариации производства сельскохозяйственной продукции за период с 1960 по 1980 гг. составил $0,16 \dots 0,18$, а за период 1980...2000 гг. – $0,18 \dots 0,30$.

Анализ роли различных факторов в формировании экологической стабильности техноприродных систем в условиях их хозяйственного использования (табл. 13) показывает следующее.

Экологическая значимость биотических и абиотических элементов, входящих в структуру агроландшафтов различна и уменьшается в ряду лес – болота – водоемы – естественные луга – сельскохозяйственные угодья – населенные пункты – промышленные объекты как 1 : 0,9 : 0,9 : 0,75 : 0,35 – (-1,25). При этом роль отдельных сельскохозяйственных угодий существенно различается: наиболее экологически значимы сенокосы и пастбища (0,62); орошаемые и осушаемые сенокосы и пастбища (0,65); пахотные земли (0,14) и наконец, наименее значимы существующие орошаемые пахотные земли (0,12). В целом, соотношение экологической значимости сенокосов, пастбищ и пахотных земель в составе сельскохозяйственных угодий по экономическим районам колеблется от 1,3 до 6,1. При этом большие значения (2,8 ... 6,1) характерны для гумидной зоны и меньшие (1,3...2,7) – для засушливой. Это обстоятельство было отмечено в работах Одума и Реймерса, в которых были приведены оптимальные соотношения нарушенных (пашня), природных и полуприродных (леса, луга, болота, сенокосы, пастбища) в структуре агроландшафтов. Так для условий США оптимальное соотношение нарушенных, природных и полуприродных угодий, обеспечивающих по мнению автора, наибольший эколого-социально-экономический эффект, составляет 0,4. Для России оптимальные соотношения различны для разных природно-климатических зон и составляют 0,1...0,2 для зон северной и южной тайги; 0,4..0,5 – для степной зоны и 0,20...0,25 для полупустынной зоны. Характер и степень изменения основных свойств геосистем в условиях хозяйственного использования определили роль различных факторов в формировании эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным химическим воздействиям. Увеличение дефицита Са и Mg и изменение физико-химических свойств почв в гумидной зоне усилили роль подкисления и несколько снизили роль гумуса и ППК. В засушливой зоне эти изменения менее заметны.

Применяемые в настоящее время способы мелиораций (агротехнические, агрохимические, гидротехнические и др.) с экологической и с экономической точек зрения мало эффективны, так как они не увязаны между собой и не обеспечивают единую систему рационального природопользования. Это результат того, что при обосновании различных видов мелиораций из рассмотрения, как правило, выпадают основные свойства ландшафтов и анализы их изменений в процессе хозяйственной деятельности, т.е. не рассматриваются и не анализируются причинно-следственные связи. В связи с этим все мероприятия по существу направлены не на ликвидацию причин, а на борьбу со следствиями, что в большинстве случаев только ухудшает общую ситуацию.

Орошение пахотных земель при существующей технике и технологии (величины оросительных норм, техника полива, конструкции оросительной сети, КПД системы каналов и др.) не отвечает требованиям рационального природопользования; орошаемые земли характеризуются очень низкой экологической эффективностью. Причины такого положения заключаются в отрицательном воздействии существующих систем орошения на почвы, грунтовые и поверхностные воды. По данным мелиоративных кадастров за период с 1990 по 2000 г, несмотря на уменьшение общей площади орошаемых земель (с 6,2 до 4,7 млн.га) и площадей фактически поливаемых земель (с 4,7 до 3,0 млн.га), а также несмотря на то, что площади с хорошим мелиоративным состоянием орошаемых земель составляют 62...66 %, продолжается подъем уровня и увеличение минерализации грунтовых вод, развитие процессов вторичного засоления и осолонцевания орошаемых земель, интенсивная сработка запасов гумуса и загрязнение поверхностных вод.

Роль отдельных биотических и абиотических элементов в формировании экологической стабильности техноприродных систем экономических районов, %

Экономический район	Роль биотических и абиотических элементов, %								
	Пашня богарная	Сенокосы и пастбища	Мелиорированные земли	С/х угодья в целом	луга	леса	болота	Водоемы	Населенные пункты и промышленные объекты
Северный	0,2	1,0	0,2	1,4	4,8	77,1	13,3	5,8	- 2,4
Северо-Западный	2,5	6,2	1,2	9,9	-	71,5	21,1	1,6	- 4,1
Центральный	8,5	14,4	1,8	24,7	-	73,0	7,2	1,8	- 6,7
Волго-Вятский	7,9	10,2	0,4	18,5	-	76,9	5,0	1,7	- 2,1
Центрально-Черноземный	17,0	38,6	1,2	56,8	11,0	35,8	-	2,4	- 6,0
Поволжский	15,8	44,6	0,8	61,3	39,3	2,6	-	2,1	- 5,3
Северо-Кавказский	16,1	39,8	2,7	58,6	41,9	2,7	-	2,2	- 5,4
Уральский	9,0	20,0	0,2	29,2	35,8	34,0	1,8	1,8	- 2,2
Западно-Сибирский	1,8	6,3	0,2	8,3	60,0	8,3	22,3	2,7	- 1,6
Восточно-Сибирский	0,8	4,9	0,1	5,7	7,5	85,3	2,1	2,1	- 2,7
Дальневосточный	0,2	0,6	0,1	1,0	7,3	84,3	7,8	1,6	- 2,0

Аналогичная картина наблюдается и на осушаемых землях; за тот же период произошел подъем уровня грунтовых вод и ухудшение мелиоративного состояния земель. Однако здесь причины ухудшения обстановки объясняются в основном неудовлетворительным состоянием осушительных систем.

Приведенные данные свидетельствуют о необходимости переустройства существующих мелиоративных систем на основе новых принципов. До сих пор основной целью гидротехнических мелиораций было увеличение производства сельскохозяйственной продукции, экологические проблемы в лучшем случае декларировались, но практически не решались. В связи с этим экологические ущербы от такого рода мелиораций превышали получаемый экономический эффект, что и обусловило низкую экологическую эффективность осушения и особенно орошения земель. Совершенно очевидно, что такой подход к обоснованию орошения и осушения земель не приемлем, не отвечает самой сути мелиорации, которая по определению заключается в улучшении природных систем. А это улучшение должно быть направлено в первую очередь на обеспечение воспроизводства возобновляемых природных ресурсов (почва, биота, водные ресурсы), улучшение экологической обстановки и решение социально-экономических проблем (повышение стабильности и эффективности сельскохозяйственного производства).

Одним из основных условий обеспечения экологической стабильности антропогенно-природных геосистем является сохранение лесов и болот. Вывод этот не нов, но сказать еще раз об этом необходимо в виду большого объема несанкционированных рубок леса и попыток решить проблему дефицита органического вещества за счет использования торфа в качестве органического удобрения.

Лес и болота именно те биотические элементы, которые приспособлены к режиму питания в условиях постоянного дефицита в почвах минеральных веществ. Отсюда способность лесной растительности и болот развиваться на очень бедных почвах. После вырубki леса и сработки торфа почвы не всегда имеют минимально необходимые запасы питательных веществ для восстановления растительного покрова, поэтому многие земли, лишенные лесного и торфяного покрова, превращаются в овраги и пустыни. Превращение же лесных земель и болот в сельскохозяйственные угодья и особенно в пашню требует больших затрат. Важная роль лесов и болот заключается еще и в том, что они определяют режим поверхностных и грунтовых вод, предотвращают эрозию почв и являются естественными фильтрами воздушного и водного режимов.

Не менее важным является снижение техногенных загрязнений природной среды в результате выбросов и сбросов загрязняющих веществ от стационарных и подвижных источников загрязнения (города, промышленные объекты, автотранспорт).

Требования к системам мелиораций сельскохозяйственных земель, обеспечивающих решение экологических и социально-экономических проблем в сфере АПК

Основой для разработки требований к системам мелиорации является анализ влияния хозяйственной деятельности на природные системы, который показал, что она сопряжена с изменением основных свойств, загрязнением ландшафтов и, в конечном счете, нарушением природного равновесия. При этом существенно изменяются энергетический и водный балансы, балансы органического вещества и химических элементов в почвах, биологический и геологический круговороты и, как следствие, развиваются деградационные процессы, затрагивающие все без исключения компоненты ландшафтов (атмосфера, биота, почва, водные ресурсы).

1. Учитывая многоплановый характер влияния хозяйственной деятельности на состояние агроландшафтов, мелиорации сельскохозяйственных земель должны включать систему мероприятий по регулированию потоков вещества и энергии в приземном слое атмосферы, в почве, растениях, поверхностных и грунтовых водах, на что обращали внимание еще В.В. Докучаев, В.Р. Вильямс и А.Н. Костяков. При обосновании мелиораций необходимо: во-первых, рассматривать единую природную систему, а не ее части, и во-вторых, оценивать изменение основных свойств этих систем при техногенном воздействии, т.е. устанавливать причинно-следственные связи. В природе не существует универсальных видов мелиорации, каждый из видов призван решать свои частные задачи, а в комплексе решать проблему улучшения природной среды в целом. Более того, практика показала, что при недостаточном обосновании применения тех или иных видов мелиорации они становятся своей противоположностью, нанося значительный ущерб природной среде в результате развития цепных реакций. Наглядным примером этого может служить кризисная ситуация в бассейне Аральского моря, где необоснованными оказались как агротехнические (монокультура хлопчатника), так и гидротехнические мероприятия. В условиях широкого развития орошения и создания гидроморфных условий принятые критерии оценки эффективности работы дренажа оказались недостаточными. Строительство систематического дренажа с целью предупреждения вторичного засоления орошаемых земель резко усилило геологический круговорот и геохимические потоки, увеличило поступление солей с дренажными водами в реки. Ухудшение качества поливных вод (повышение минерализации), в свою очередь потребовало усиления промывного режима, увеличения промывных норм и еще большего усиления дренажа. Таким образом возникла устойчивая обратная положительная связь, которая и привела к парадоксальной ситуации, когда орошение земель, всегда считающееся основой жизни в пустыне, стало причиной экологического кризиса и

ухудшения среды обитания человека. Вообще для длительного стабильного существования природной системы необходимо оптимальное соотношение, по крайней мере, трех ее параметров: степени открытости, биоразнообразия, целостности. Отклонение от оптимума хотя бы одного параметра ведет к усилению деградационных процессов в природной системе, что может кончиться ее разрушением.

Таким образом мелиорации сельскохозяйственных земель должны быть комплексными как в смысле совместного их применения, так и в смысле применения их на всей площади агроландшафтов. При этом под комплексными мелиорациями следует понимать систему агротехнических, агрохимических, гидротехнических, агролесотехнических, химических, биологических и др. видов, обеспечивающих в комплексе решение экологических и социально-экономических задач. Основой определения состава, соотношения техники и технологии всех видов мелиорации, входящих в комплекс, должен служить анализ изменения свойств ландшафтов при хозяйственном их использовании и причин развития деградационных процессов.

2. Комплексные мелиорации должны обеспечивать (по возможности) восстановление нарушенных энергетического и водного балансов и увеличение биологического разнообразия агроценозов. Следует однако сразу отметить, что говорить о полном восстановлении этих балансов и биоразнообразия в условиях сельскохозяйственного использования земель нет смысла, но частичное восстановление возможно и необходимо, т.к. позволяет если не ликвидировать, то по крайней мере существенно снизить интенсивность таких деградационных процессов как водная эрозия, изменение режима и загрязнения водных источников, потеря питательных элементов и др.

Эти задачи решаются за счет применения комплекса мероприятий, включающих агротехнические, культуротехнические, агролесотехнические и гидротехнические мелиорации. Комплекс указанных видов мелиораций позволяет:

- ✓ оптимизировать структуру использования агроландшафтов за счет трансформации пашни в сенокосы на землях с большими уклонами;
- ✓ улучшить состояние существующих сенокосов и особенно сбитых пастбищ;
- ✓ увеличить эффективность использования водных ресурсов за счет увеличения испарения (продуктивности почв), снижения поверхностного стока и регулирования влагообмена между почвенными и грунтовыми водами в том числе и на орошаемых и осушаемых землях за счет оптимизации мелиоративных режимов;
- ✓ существенно снизить интенсивность водной эрозии и загрязнения водных источников, обеспечить воспроизводство водных ресурсов.

3. Комплексные мелиорации должны обеспечить восстановление нарушенных балансов органического вещества и химических элементов. Для восстановления нарушенных балансов органического вещества и химических элементов до уровня, существовавшего в природных условиях, необходимо прежде всего повышать продуктивность сельскохозяйственных угодий и возврат органического вещества в почву. Для гумидной зоны это увеличение должно составить 2,5...3,0 раза, для засушливой - 2,0...2,5 раза по сравнению с существующей. Такое увеличение продуктивности сельскохозяйственных угодий требует применения комплекса мелиораций, включающих агротехнические, агрохимические, химические, агролесотехнические, гидротехнические, биологические и другие виды мелиораций. Справедливости ради следует отметить, что без дополнительного внесения органики в почву (в виде органических удобрений) только за счет увеличения продуктивности восстановление баланса гумуса в почве в обозримой перспективе вряд ли возможно.

4. Увеличение продуктивности сельскохозяйственных угодий требует в свою очередь применения агрохимических, химических, агролесотехнических и гидротехнических мелиораций с целью ликвидации дефицита элементов минерального питания, дефицита ионов кальция и магния (известкование в гумидной и гипсование в засушливой зонах), регулирования водного режима почв, оптимизации мелиоративных режимов (лесные защитные насаждения, орошение и осушение).

Вместе с тем, восстановление баланса органического вещества за счет увеличения продуктивности сельскохозяйственных угодий вовсе не означает предотвращение сработки запасов почвенного гумуса. Говорить о возможности восстановления запасов гумуса в почвах без применения органических удобрений нет оснований. Предотвратить сработку запасов почвенного гумуса можно при усиленном применении органических удобрений в зависимости от особенностей системы земледелия. Вообще необходимо отметить, что до тех пор пока на сельскохозяйственных угодьях будут наблюдаться отрицательные балансы органического вещества, в том числе сработка гумуса, в котором аккумулировано до 90 % всей энергии почвообразования, деграционные процессы будут продолжаться. Таким образом, в обозримой перспективе (10 лет) речь может идти не о расширенном воспроизводстве запасов гумуса, а о снижении интенсивности дальнейшей его сработки или о простом воспроизводстве.

5. Требования к орошению и осушению земель вытекают из пп. 1-4. Резкое увеличение продуктивности (в 2...3 раза) может быть обеспечено при условии возделывания наиболее отзывчивых на регулирование водного режима сельскохозяйственных культур, т.е. кормовых культур. Поэтому орошаемые и осушаемые земли целесообразно использовать в основном для производства кормов.

Величины оросительных норм нетто целесообразно рассчитывать из условия восстановления нарушенного гидротермического режима. В этом случае величины оросительных норм нетто можно сократить в 1,7...3 раза по сравнению с существующим.

Невысокие оросительные нормы и необходимость максимального снижения непроизводительных потерь воды на поверхностный сброс и влагообмен между почвенными и грунтовыми водами требует применения соответствующей техники полива. В качестве основных способов и техники полива целесообразно использовать дождевание с малой интенсивностью дождя ($< 0,1...0,2$ мм/мин), капельное и мелкодисперсное орошение, которые позволяют снизить до минимальных потери воды на поверхностный сброс и влагообмен. Полив по проточным бороздам целесообразно исключить полностью.

Однако при таких жестких требованиях к гидротехническим мелиорациям неизбежно возникнет вопрос об экономической эффективности орошения и осушения земель, которая при высокой стоимости строительства и эксплуатации и невысокой стоимости производимой сельскохозяйственной продукции (кормов), будет низкой. Это действительно так, если не учитывать экологический эффект орошения и осушения земель. Производство необходимого для животноводства объема кормов на орошаемых и осушаемых землях позволит запахивать многолетние травы в полевых севооборотах, использовать их в качестве сидеральных удобрений и соответственно увеличить запасы органического вещества в почвах. Это обстоятельство имеет важное значение, т.к. увеличение продуктивности не мелиорированных земель в 2...3 раза, необходимое для восстановления баланса органического вещества и улучшения состояния сельскохозяйственных угодий (пашни) без дополнительного внесения органики проблематично. Учитывая, что 1 га орошаемых и осушаемых земель по производству кормов эквивалентен 3...5 га багарных земель, эколого-экономическая эффективность гидротехнических мелиораций за счет увеличения плодородия пахотных почв будет весьма существенна и должна учитываться при оценке эколого-экономической эффективности орошения и осушения земель.

Предлагаемый подход к обоснованию масштабов развития гидротехнических мелиораций принципиально отличается от традиционного и отражает саму сущность мелиорации – улучшение не только самих орошаемых и осушаемых земель, но и пахотных земель вообще, площадь которых превышает 110 млн.га.

Резюмируя все изложенное следует считать, что гидротехнические мелиорации (орошение и осушение) являются важнейшим элементом комплексных мелиораций, без которого невозможно решить проблему не только улучшения состояния сельскохозяйственных угодий и агроландшафтов, но и сельскохозяйственного производства в целом. Россия по своему биоклиматическому потенциалу и наличию больших площадей

плодородных земель должна и может обеспечить население продовольствием и стать одним из мировых экспортеров сельскохозяйственной продукции.

Литература

1. Концепция программы «Обеспечение воспроизводства плодородия земель сельскохозяйственного назначения» на 2000-2010гг. М. МСХ РФ, 2000.
2. Агрэкология. М. Колос, 2000.
3. Айдаров И.П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель. М. Агропромиздат, 1985.
4. Айдаров И.П., Голованов А.И., Никольский Ю.Н. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых земель. М. Агропромиздат, 1990.
5. Айдаров И.П., Корольков А.И., Хачатурьян В.Х. Экологические принципы в формировании окружающей среды. Вроцлав, 1997.
6. Айдаров И.П., Корольков А.И., Хачатурьян В.Х. Моделирование почвенно-мелиоративных процессов. // Биологические науки, № 9, (285) 1987.
7. Голованов А.И., Сурикова Т.И., Сухарев Ю.И. и др. Основы природообустройства. М. Колос, 2001.