

## ЗАКОН ВНУТРЕННЕГО ДИНАМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ – ОСНОВА РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ МЕЛИОРАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

А.Т.КОЗЫКЕЕВА

*E.mail. ksucta@elcat.kg*

*Арал деңизинин бассейнинде айыл-чарба мелиорациясынын өнүгүүсү үчүн ички тендештик законунун негизинде жаратылыш ресурстарын рационалдуу пайдалануунун мүмкүнчүлүктөрү көрсөтүлгөн.*

*На основе законов внутреннего динамического равновесия показаны возможности рационального использования природных ресурсов для развития мелиорации сельскохозяйственных земель в бассейне Аральского моря.*

*On the basis of the laws of internal dynamic balance the opportunities of rational use of natural resources for development melioration of agricultural grounds in pool of the Aral sea are shown.*

Мировой опыт и основные направления научно-технического прогресса в области мелиорации сельскохозяйственных земель свидетельствуют о необходимости, целесообразности, а главное – о возможности перевода в ближайшее время комплексных мелиораций на новый качественный уровень, при котором будет достигнуто оптимальное сочетание высокоэффективных мелиоративных мероприятий с неукоснительным и последовательным соблюдением принципов рационального природопользования. Технической базой для ресурсосберегающих технологий должны стать технологии орошения нового поколения.

Необходимо четко представлять, что эколого-мелиоративное состояние орошаемых земель находится в прямой зависимости от умения управлять природными процессами путем правильного выбора параметров и режимов функционирования агроландшафтных систем в сочетании с соответствующими адаптивно-ландшафтными системами земледелия. Для этого необходимо знать существо протекающих природных процессов, уметь прогнозировать их направленность, располагать соответствующей информационной базой.

Второй закон термодинамики, именуемый также законом энтропии, утверждает, что процессы превращения энергии самопроизвольно происходят с превращением ее из концентрированной формы в рассеянную. Экосистемы являются открытыми термодинамическими системами, которые непрерывно обмениваются с окружающей средой энергией и веществом, что приводит к уменьшению энтропии самой экосистемы и соответствующему увеличению ее в окружающей среде.

В физике изменение энтропии ( $\Delta S$ ) определяется как отношение полученного системой некоторого количества теплоты ( $S$ ) к абсолютной температуре системы ( $T$ ), то есть  $\Delta S = S / T$ .

Как известно, любой физический процесс изменений и превращений, процесс теплообмена в конкретной географической точке за известный промежуток времени характеризуется балансом прихода и расхода энергии, законом сохранения энергии. Для оценки степени энергетической сбалансированности тепла и влаги в природной системе широко используется комплексный гидротермический показатель, предложенный М.И. Будыко, то есть «индекс сухости» ( $\bar{R}$ ), представляющий собой отношение радиационного баланса ( $R$ ) к затратам тепла на испарение выпадающих осадков ( $LO_c$ ):

$\bar{R} = R / LO_c$ . Этот показатель, характеризующий баланс энергии и в должной мере определяющий протекание биохимических, гидрохимических и почвообразовательных процессов на Земле, и в том числе орошаемых земель /1-3/, может быть в перспективе использован как теоретическая и методологическая основа для обоснования экологически безопасной нормы орошения сельскохозяйственных земель:

$$\bar{R} = R / L(O_c + O_p + g) = 0,9 - 1,0,$$

где  $O_p$  – оросительная норма орошаемых земель;  $g$  – влагообмен между грунтовыми и почвенными водами.

Важным свойством «индекса сухости» ( $\bar{R}$ ) является его тесная связь с основными свойствами зональных почв, почвенно-биологическими, гидрогеологическими, гидрогеохимическими процессами и с антропогенной деятельностью /1-3/ (табл. 1).

Таблица 1

Общая схема зависимости подтипа почвы от «индекса сухости»

Природные зоны	Гидротермический показатель					Подтип почвы
	$O_c$ , мм	$\Sigma t$	$E_0$ , мм	$R$ , $\frac{\text{кДж}}{\text{см}^2}$	$\bar{R}$	
Полярно-тундровая	400	>400	128	69.0	0,69	Подзолистые
Лесотундрово-северо-таежная	450-600	400-1200	128-384	69.0-95.8	0,46-0,64	Болотные и подзолисто-болотные
Южно-таежно-лесная	300-700	1200-1400	384-448	95.8-102	0,58-0,64	Подзолисто-болотные
Лесостепь	200-600	1400-2200	570	102.0-129	0,8-1,0	Черноземы
Степь	375	2200	600	129.0	1,0-1,2	Южные черноземы
	350	2400	660	135.0	1,2-1,3	Темно-каштановые
Окончание табл. 1						
	300	2600	700	142.0	1,3-1,5	Каштановые
Полупустыня	250	2800	720	149.0	1,5-1,8	Светло-каштановые
Пустыня северная	200	3200	960	162.0	1,8-2,5	Бурые
	220	3600	1050	175.0	2,5-3,0	Светло-бурые
Пустыня южная	250	4200	1280	195.0	3,0-2,0	Сероземы
Предгорная полупустыня	300	3400	1000	168.6	2,0-1,9	Сероземы
	350	3200	960	162.0	1,9-1,5	Темные сероземы
Субтропическая пустынная зона	75-400	4000-5200	1285-1664	188.5-221.0	3,0-10,0	Южные серо-бурые
Предгорная	400	2800	680	149.0	1,5-	Светло-

степь					1,4	каштановые
Степь	450	2600	630	142.0	1,3-1,2	Темно-каштановые
Горные степи и леса	500	2400	580	135.5	1,2-1,0	Горные типы

Как видно из табл. 1, направление природного, и в том числе почвообразовательного процесса, а следовательно, характер образующейся почвы, или точнее, свойства и состав ряда почв в географических зонах, сменяющих одна другую в процессе эволюции в пространственно-временных масштабах, определяются, в основном, соотношением тепла и влаги, то есть гидротермическим режимом ландшафта ( $\bar{R}$ ).

Оптимизация любых природных процессов связана с назначением граничных условий, то есть назначением уровня регулирования водного режима почв, так как тепловой режим агроклиматических зон практически относится к неуправляемым факторам, к которым приспосабливаются агроландшафты.

На основе данных, приведенных в табл. 1, характеризующих естественную эволюционную направленность почвообразовательного процесса, можно оценить направленность и интенсивность их изменения на орошаемых агроландшафтах.

Величина радиационного индекса сухости, равная единице, свидетельствует о сбалансированности количества тепла и влаги, обеспечивающих максимальную интенсивность биологического круговорота и минимальный геологический круговорот воды и химических веществ, что является основными принципами мелиорации сельскохозяйственных земель. Такое состояние агроландшафта характеризуется минимальной энтропией, то есть экологическая система в высшей степени упорядочена относительно биомассы, тепла и влаги, находящейся в динамическом равновесии.

При использовании «индекса сухости» ( $\bar{R}$ ) в качестве интегрального показателя для анализа и оценки состояния почвообразовательного процесса учитывается идея показателя увлаженности В.В. Докучаева. Последнее обстоятельство является очень важным, поскольку возможность выявить основные факторы, лимитирующие плодородие почв, и не менее важным – возможность учета хозяйственной деятельности на формирование гидротермического режима агроландшафтов в бассейне Аральского моря (табл. 2).

Таблица 2

Анализ и оценка состояния почвообразовательного процесса агроландшафтов в бассейне Аральского моря

Метеостанции	«Индекс сухости» в различных нормах водопотребности сельскохозяйственных угодий				
	$\bar{R}(O_c)$	$\bar{R}(\Delta T)$	$\bar{R}(O_p^3)$	$\bar{R}(O_p)$	$\bar{R}(O_p^M)$
1	2	3	4	5	6
Бассейн реки Сырдарьи					
Верховье Нарына					
Нарын	1.85	1.56	1.00	0.94	0.77
Джалалабад	5.00	1.43	0.87	0.84	0.71
Ферганская долина					
Андижан	3.40	1.43	0.87	0.65	0.55
Наманган	4.08	1.09	0.82	0.64	0.55
Фергана	4.56	1.16	0.90	0.66	0.55
Среднее течение реки Сырдарьи					

Гулистан	6.25	1.15	0.89	0.67	0.56
Жизак	5.86	1.07	0.85	0.66	0.56
Коканд	4.50	1.43	1.00	0.79	0.62
Алмалык	4.45	1.43	1.00	0.78	0.62
Чакир					
Ташкент	5.10	1.03	0.71	0.63	0.54
Пахта-Арал	10.00	1.00	0.87	0.71	0.55
Мырзашоль	5.59	1.07	0.83	0.64	0.54
Арыс-Туркестанский					
Шардара	12.70	0.98	0.89	0.65	0.55
Байыркум	12.70	0.99	0.89	0.63	0.54
Арыс	12.50	1.07	0.90	0.65	0.56
Туркестан	12.70	1.08	0.90	0.65	0.56
Низовье реки Сырдарьи					
Аккум	3.90	1.14	0.91	0.65	0.55
Шиели	4.29	1.10	0.90	0.62	0.52
Кызылорда	4.84	1.14	0.91	0.60	0.51
Жусалы	4.49	1.12	0.90	0.61	0.52
Казалы	4.02	1.14	0.89	0.59	0.50
Саксаульская	4.71	1.14	0.90	0.59	0.50
Злиха	3.93	1.10	0.89	0.58	0.51
Чирик-Рабат	6.14	1.23	0.93	0.66	0.56
Монсыр	4.59	1.15	0.90	0.58	0.49
Аральское море	4.21	1.14	0.89	0.57	0.49
Бассейн реки Амударьи					
Верховье Амударьи					
Хорог	5.26	1.39	0.93	0.46	0.35
Душанбе	6.25	1.17	0.90	0.61	0.50
Ош	3.33	1.10	0.82	0.59	0.50
Ховалинг	1.67	1.18	0.76	0.58	0.50
Муминабад	1.43	1.13	0.73	0.57	0.50
Комсомолабад	1.43	1.06	0.72	0.57	0.50
Окончание табл. 2					
Гари	1.61	1.43	0.76	0.58	0.50
Тавиль-Дара	1.12	1.08	0.76	0.58	0.50
Файзабад	1.75	0.91	0.67	0.57	0.50
Бостанабад	1.49	1.29	0.82	0.59	0.50
Ура-Тобе	6.25	1.54	0.92	0.61	0.50
Пеняшкент	4.34	1.47	0.88	0.60	0.50
Сангистан	9.09	1.50	0.95	0.46	0.38
Калайкумб	3.03	1.32	0.80	0.59	0.49
Раушан	6.25	1.71	0.92	0.61	0.50
Кашкендарьинская					
Гузар	5.95	1.02	0.82	0.72	0.62
Шерабад	5.80	1.09	0.92	0.78	0.64
Термез	9.12	1.34	1.00	0.76	0.57
Китаб	3.70	1.08	0.84	0.73	0.52
Керки	7.70	1.18	0.91	0.64	0.53
Каршинская					
Карши	5.00	1.11	0.87	0.53	0.44
Муберек	5.00	1.22	0.98	0.80	0.63

Бухарская					
Бухара	7.20	1.00	0.89	0.60	0.50
Каган	8.18	1.21	0.94	0.60	0.49
Туркменский прибрежный					
Ашхабад	10.00	1.09	0.91	0.75	0.62
Сахарис	5.30	1.11	0.92	0.78	0.63
Байрам-Али	6.85	1.15	0.93	0.76	0.58
Тахта-Базар	3.89	1.07	0.89	0.76	0.62
Кушка	14.3	1.11	0.95	0.77	0.64
Заравшанская					
Самарканд	5.52	1.08	0.83	0.56	0.47
Заравшан	8.10	1.16	0.92	0.66	0.54
Низовье Амударьи					
Нукус	9.09	1.27	0.94	0.66	0.54
Ургенич	9.09	1.27	0.95	0.67	0.58
Муйнак	10.00	1.18	0.93	0.68	0.56
1	2	3	4	5	6
Куне-Ургенич	10.00	1.26	0.95	0.70	0.58
Каракумский район					
Чорджау	11.10	1.15	0.93	0.76	0.63
Дарваза	6.63	1.33	0.93	0.76	0.63
Акмолла	10.00	1.18	0.95	0.77	0.63
Енидже	8.50	1.20	0.94	0.77	0.63
Чешме	9.56	1.17	0.95	0.77	0.63

Как видно из табл. 2, в условиях бассейна Аральского моря, несмотря на имеющиеся географические и почвенные различия в ландшафтных системах, заложен единый принцип нормирования водопотребности агроландшафтов, где при проектировании водохозяйственных систем заранее планировали лугово-болотный почвообразовательный процесс, что в настоящее время привело к нарушению биологического и геологического круговоротов воды и химических веществ, которые стали причинами резкого нарушения практически всех естественных процессов: изменился режим постоянных и временных водотоков речных систем; многократно усилились геохимические потоки за счет вовлечения в активный круговорот огромных масс солей, ранее «захороненных» природой; в пределах агроландшафтов и прилегающих к ним территорий изменился микроклимат, почвенные, биологические, гидрогеологические и экологические процессы, в результате чего появились техногенно-нарушенные ландшафты, требующие функционально-компонентной и структурной реконструкции их восстановления и нормализации.

Таким образом, наука в определенных условиях не искала причины постоянного повышения удельного водопотребления сельскохозяйственных угодий и интенсивности геологического круговорота воды, а занималась устранением следствий их, что привело к нарушению основного принципа мелиорации сельскохозяйственных земель.

Таким образом, в основном, наука и практика в области мелиорации в XX веке занимались устранением следствий, допущенных научных ошибок в ходе познающей деятельности в использовании водных и земельных ресурсов для орошения, и при этом, как в цепной реакции, они продолжали появляться неожиданно на любом этапе развития, что показывают противоречия между законом природы и практической деятельностью.

В связи с этим дальнейшее развитие мелиорации земель, безусловно, требует своего научного обеспечения, так как сопряженное с ним серьезное нарушение сложившегося экологического баланса природных систем обуславливает необходимость разработки целостного комплекса мероприятий для направленного формирования

экологического равновесия определенного типа, что служит предпосылкой создания агроландшафтов (и как составной их части – агроценозов) с заданными свойствами.

Экологический подход к мелиорации земель служит основой рационального природопользования, так как при этом обеспечивается экологическая устойчивость ландшафтов, что, в свою очередь, делает возможным длительную эксплуатацию природных ресурсов без их истощения и загрязнения /4/.

Фундаментальное значение в отношении методологического подхода к мелиорации сельскохозяйственных земель имеет так называемый закон внутреннего динамического равновесия. Этот закон имеет четыре важнейших следствия для понимания путей обеспечения рационального природопользования в мелиорации сельскохозяйственных земель /5/.

1. Любое изменение среды (вещества, энергии, информации, динамических качеств экосистем) неизбежно приводит к развитию природных цепных реакций, направленных на нейтрализацию произведенного изменения или формирование новых природных систем, образование которых при значительных изменениях среды может принять необратимый характер.

2. Взаимодействие вещественно-энергетических экологических компонентов (энергии, газов, жидкостей, субстратов, организмов, продуцентов, консументов и редуцентов) и динамических качеств природных систем количественно нелинейно, то есть слабое воздействие или изменение одного из показателей может вызвать сильные отклонения других (и всей системы в целом).

3. Производимые в крупных экосистемах перемены относительно необратимы. Переходя по иерархии снизу вверх – от места воздействия до биосферы в целом, – они меняют глобальные процессы и тем самым переводят их на новый эволюционный уровень.

4. Любое местное преобразование природы вызывает в глобальной совокупности биосферы и в ее крупнейших подразделениях ответные реакции, приводящие к относительной неизменности эколого-экономического потенциала, увеличение которого возможно лишь при значительном возрастании энергетических вложений.

Закон внутреннего динамического равновесия и его следствия имеют определяющее значение для научного обоснования и практической реализации мелиорации сельскохозяйственных земель.

Для согласования и проверки выполнимости совокупности экологических требований необходимо с той или иной степенью детализации составлять долгосрочный прогноз поведения всего природно-технического комплекса (то есть мелиоративной системы и всех прилегающих территорий), что является далеко не рядовой задачей, также ожидающей своего научного обеспечения. Решение подобных задач требует не только наличия большого числа высококвалифицированных экспертов, а при их недостатке – экспертных систем, в которых были бы интегрированы знания экспертов, но и банка моделей, с помощью которых, в частности, можно было бы вести расчетный мониторинг агроландшафтов /6-8/, так как проблему создания экологически безопасных агроландшафтных систем нельзя решить удовлетворительно без наличия соответствующей информационной базы.

### **Список литературы**

1. Айдаров И.П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель. – М.: Агропромиздат, 1985. – 304 с.
2. Глазовский Н.Ф. Современное засоление в аридных областях. – М.: Наука, 1987. – 190 с.
3. Сенчуков Г.А., Дудникова Л.Г., Бондаренко О.Е., Марков Ю.А. Методика обоснования экологических норм водопотребности сельскохозяйственных угодий // Мелиорация и водное хозяйство. – 1995. – № 6. – С. 32-33.

4. Кружилин И. П. Экологические проблемы орошения земель // Земледелие. – 1990. – № 6. – 5-9.
5. Серебренников Ф.В. Рациональное природопользование и экологические требования к оросительным системам // Мелиорация и водное хозяйство. – М., 1993.– № 4. – С. 2-5.
6. Хачатурьян В.Х. Обоснование сельскохозяйственных мелиораций с экологических позиций // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1990. – № 5. – С. 43-48.
7. Концепции мелиорации сельскохозяйственных земель в стране. – М.: МГМИ, 1992. – 45 с.
8. Мустафаев Ж.С., Садыков С.С. Гидротермический режим орошаемых земель (Аналитический обзор). – Жамбыл, 1996. – 74 с.
9. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т. Экологические проблемы бассейна Аральского моря. – Тараз, 2009. – 354 с.
10. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т. Бассейн Аральского моря: прошлое, настоящее и будущее. – Тараз, 2012. – 325 с.