

УДК 626.8:631.165

**КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Доктор техн. наук Ж.С. Мустафаев

Канд. техн. наук Ж.Н. Байманов

*На основе теоретической концепции о структуре и функционирования природной системы, предложена модель почвообразовательного процесса.*

Крайне напряженная экологическая ситуация во многих регионах, где осуществлялось широкомасштабная мелиорация сельскохозяйственных земель, требует быстрого решения вопросов рационального природопользования и тщательного научного обоснования воспроизводства плодородия почв.

Как известно, природопользование, в широком смысле, рассматривается как совокупность различных форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала и мер по его сохранению. Важнейшей его составляющей является сохранение, воспроизводство и рациональное изменение экологического баланса природных систем. Все это требует повышенного внимания к проблемам сохранения и расширенного воспроизводства почвенного плодородия мелиорируемых и прилегающих к ним земель.

Почва как компонент биосферы участвует одновременно в процессах биогеоценологического, витасферного и биосферного структурных уровней организации, занимая центральное положение во взаимодействиях геологического, микро- и макробиогеоценозного природных круговоротов. Одновременно она совместно с растительностью служит барьером тотальной денудации, соизмеримой с интенсивностью неотектонических процессов. Вследствие того, что почва находится на контакте трех сред: атмосферы, литосферы и гидросферы, здесь протекают биогеохимические реакции и превращения, характеризующиеся наибольшей активностью, многообразием и утонченной сложностью, а также происходит синтез соединений, нигде более не встречающихся.

Природная система, сформированная факторами почвообразования (климат - *cl*, организмы - *or*, рельеф - *r*, геология - *g*), включает гидро-

термическую подсистему, характеризующую энергетику почвообразования и климатическую зональность, а также многообразные процессы массообмена, проявляющиеся на зонально-региональном и локальном уровнях в свойствах и взаимосвязях водного, солевого, теплового и питательного балансов и режимов [6].

Принцип формирования почвообразовательного процесса в природных системах базируется на строгом учете закономерных природных процессов, учитывающих ритмические колебания климатических, гидрогеологических, гидрогеохимических и геологических условий, рассматривающих природу как единый организм. На основе их выделена таксономическая единица для классификации почвы, которая осуществляется в трех направлениях: географо-генетическое - имеющий свои истоки в классификационных схемах В.В. Докучаева (1882) и Н.М. Сибирцева (1953); профилно-генетическое – связано с работами П.С. Коссовича (1911), К.Д. Глинки (1924), К.К. Гедройца (1925), Н.П. Ремезова (1932), А.А. Роде (1955), которые развили представления о почвообразовательных процессах и направлениях, или типах почвообразования; эволюционно-генетическое – развивали в своих трудах П.С. Коссович (1911), Д.Г. Виленский (1924), С.С. Неуструев (1926), Б.Б. Польшов (1933), В.А. Ковда (1933), где согласно их представлениям, почвы должны объединяться в те или иные группы на основании их историко-генетических связей.

При этом, существующие генетические и пространственные связи отдельных почвенных индивидуумов, принципов формирования почвы и функционирования почвообразовательного процесса, которые могут быть вскрыты путем структурно-системного анализа, дает возможность построить концептуальный подход в разработке технологической схемы познания почвообразовательного процесса в природных системах и построить систему моделей, позволяющих целенаправленно регулировать их на орошаемых землях. Для учета многообразия внешних и внутренних связей почвообразовательного процесса выполнено описание их с учетом иерархической системы образования в природной системе, т.е., использована классификация почв, основанная на генетической почвенной типизации, установленной еще В.В. Докучаевым [5]:

- почвенный тип формируется в однотипно-сопряженных биологических и климатических условиях и характеризуется ярким проявлением основного процесса почвообразования при возможном сочетании с другими процессами;

- почвенные подтипы выделяются в пределах типа, которые качественно отличаются по проявлению основного и налагающегося процессов почвообразования и являющиеся переходными ступенями между типами;

- роды почв выделяются в пределах подтипов, качественно генетическими и гидрологическими особенностями, особенно глубиной залегания грунтовых вод;

- виды почв выделяются в пределах рода по степени развития почвообразовательного процесса, которые характеризуются составом почвообразующих пород и химизмом грунтовых вод, т.е. по степени засоленности;

- разновидности почв определяются по механическому составу верхних почвенных горизонтов и почвообразующих пород;

- разряды почв обуславливаются генетическими свойствами почвообразующих пород.

Ранее В.В. Докучаевым, Б.Б. Полыновым, В.А. Ковдой, В.Р. Волобуевым было показано, что интенсивность всех процессов почвообразования и миграции веществ в зоне гипергенеза непосредственно зависит от количества энергии, получаемой земной поверхностью. Этот принцип, основанный на эволюции баланса веществ, принят за основу создания модели познания почвообразовательного процесса в природных системах.

#### ***Модель познания типа почвы в природных системах***

Солнечная радиация и климатические факторы способствовали формированию закономерно сменяющихся с севера на юг геохимических зон, типов почв, зональности гидрохимического состава грунтовых вод [1, 4, 8, 11]. Поэтому для познания природы почвенных процессов важнейшее значение имеют климатические показатели, в первую очередь солнечная радиация ( $R$ ), характеризующая энергетические ресурсы природной системы.

Замкнутая, по отношению к веществу, и открытая, по отношению к потокам энергии, глобальная геосистема по необходимости должна сочетать круговорот веществ с поступательным, направленным изменением всей географической оболочки. При этом круговорот выступает как механизм воспроизводства природных компонентов, который обеспечивает преемственность в процессе поступательного развития, и, следовательно, является необходимым условием почвообразовательного процесса в природной системе.

Почве присущи как физические, так и биологические закономерности. Поэтому почву называют открытой системой, энергетическое состояние которой описывается уравнением И.Р. Пригожина [13]:

$$dS / dt = dS_i / dt + dS_e / dt, \quad (1)$$

где  $dS_i / dt$  - характеристика энтропии необратимых процессов внутри самой системы;  $dS_e / dt$  - характеристика обмена энтропией между биологической системой и окружающей среды.

Как видно из уравнения (1), почва упорядочивает все потоки веществ в биосфере, выступая в качестве связующего звена и регулирующего механизма в процессах биологической и геологической циркуляции элементов: по существу, она «замыкает» все биохимические циклы, т.е. почвообразовательный процесс.

Поэтому, теоретическое обоснование модели почвообразовательного процесса на классификационном уровне – типе почвы, может быть реализовано на основе закона сохранения энергии, так как рассмотрение процесса влагообмена в природной системе «атмосфера - почва- грунтовые воды» немислимо без связи с процессом теплообмена, т.е. энтропии ( $dS$ ). Последняя в термодинамике определяется как отношение работы ( $dA$ ) к абсолютной температуре системы ( $T$ ):  $dS = dA/T$ .

Как известно, любой физический процесс изменений и превращений, процесс теплообмена в конкретной географической точке за известный промежуток времени характеризуется балансом прихода и расхода энергии. Для оценки степени энергетической сбалансированности тепла и влаги в природной системе, широко используется комплексный гидротермический показатель, предложенный М.И. Будыко, «индекс сухости» ( $\bar{R}$ ), представляющий собой отношение радиационного баланса ( $R$ ) к затратам тепла на испарение выпадающих осадков ( $LO_c$ )  $\bar{R} = R/LO_c$  [3]. По мнению М.Г. Баженова и М.Х. Сарсенбаева [2], общность понятий энтропии и радиационного индекса сухости заключается в характеристике единого процесса – теплового, и в физической смысле отношения: привнос теплоты соизмеряется с основной характеристикой состояния системы – ее внутренней энергией, представленной абсолютной или количеством испаряемой влаги (также энергетической характеристикой).

И.П. Айдаровым [1] и Ж.С. Мустафаевым [8], путем обобщения большого экспериментального материала, показана зависимость основных свойств почвы от величины радиационного индекса сухости ( $\bar{R}$ ) (см.

табл. 1) и составлена схематическая карта почвенно-географических зон и высотных поясов [8].

Таблица 1

Зависимость между гидротермическими режимами и почвенным покровом

Зона увлажнения	$R$ , кДж/см <sup>2</sup>	$\sum t > 10^{\circ}C$	$O_c$ , мм	$\bar{R}$	Тип почвы
Лесостепь	118,0	1700	276	0,80	Черноземы
Степь	132,6	2200	375	1,00	Темно-каштановые
Полупустыня	146,9	2800	250	1,80	Каштановые
Пустыня северная	195,8	3600	189	2,80	Светло-каштановые
Пустыня южная	227,3	4200	250	3,00	Бурые
Предгорная полупустыня	182,2	3400	387	2,00	Сероземы
Предгорная степь	168,0	2800	467	1,50	Каштановые
Степь	151,7	2600	472	1,30	Темно-каштановые
Горные степи и леса	140,0	2400	480	1,20	Горные типы

Этот показатель, характеризующий баланс энергии и определяющий протекание биохимических, гидрохимических и почвообразовательных процессов на Земле, в том числе на орошаемых землях [1, 8, 11]. Он может быть в перспективе использован, как теоретическая модель почвообразовательного процесса, позволяющий определить *тип и подтип почвы* и, как методологическая основа для обоснования экологически безопасной нормы техногенных нагрузок на природную систему:

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

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

Значение радиационного индекса сухости ( $\bar{R}$ ), равное единице, свидетельствует о сбалансированности количества тепла и влаги, обеспечивающих максимальную интенсивность биологического круговорота и минимальный геологический круговорот воды и химических веществ, что

является основным принципом целенаправленного регулирования почвообразовательного процесса на орошаемых землях. Такое состояние почвы в агроландшафте характеризуется минимальной энтропией, т.е. экологическая система в высшей степени упорядочена относительно биомассы, тепла и влаги, находящейся в динамическом равновесии.

Эти общие закономерности изменяются в пределах одной географической зоны в зависимости от особенностей гидротермического режима, гидрологических и геохимических условий ландшафта. В условиях одинакового радиационного баланса ( $R$ ) затраты энергии на почвообразование пропорционально «индексу сухости» ( $\bar{R}$ ) и определяется по формуле В.Р. Волобуева [9]:

$$\bar{Q} = Q / R = \exp(-\alpha \cdot \bar{R}),$$

где  $Q$  – энергия, затрачиваемая на почвообразование;  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности почвы.

Формула В.Р. Волобуева, для оценки затраты энергии на почвообразовательный процесс, очень близка по виду к физическому закону Бугера-Ламберта-Бэра, характеризующую световую энергию среды, что в теоретическом и методологическом плане может обосновать новое научное направление – построение общей теории почвообразовательного процесса на орошаемых землях.

Оценить количество неиспользованной энергии  $\Delta Q$  можно также по разности между показателем энергии почвообразования, определенным в пределах благоприятного гидротермического режима  $\bar{R}$ , поддерживаемого соответствующим режимом орошения для данной почвенно-климатической зоны  $Q_o$  и природным показателем энергии почвообразования  $Q_n$ .

#### ***Модель познания подтипа почвы в природной системе***

Определение подтипа почвы подчеркивается наличием качественных различий в системе генетических горизонтов, характеризующих переход к другим типам. Почвы различных подтипов, как различных уровней окультуренности, существенно отличаются по количеству и качеству органического вещества. Для их характеристики используется содержание в почве гуматных ( $G_{гн}$ ) и фульватных ( $G_{ф}$ ) гумусов и их соотношения

( $G_{gn} / G_{\phi}$ ), азота ( $N$ ), фосфора ( $\Phi$ ), калия ( $K$ ) и гидролитическая кислотность ( $H_2$ ) (табл. 2).

Таблица 2

Общая схема зависимости подтипа почвы от индекса почвы

Природная зона	$\bar{R}$	Подтип почвы	Химические свойства почвы					
			$G_{gn} / G_{\phi}$	$H_2$	$N$	$\Phi$	$K$	$S$
Лесостепь	0,8...1,0	Черноземы	1,5:3,0	7,0	0,4	0,3	3,0	8,8
	1,0...1,2	Южные черноземы	1,0	6,8	0,3	0,2	2,8	8,7
Степь	1,2...1,3	Темно-каштановые	1,0	7,0	0,2	0,1	1,8	10,6
	1,3...1,5	Каштановые	1,2	7,2	0,2	0,1	1,5	6,1
Полупустыня	1,5...1,8	Светло-каштановые	1,0	7,7	0,10	0,15	2,0	5,0
Пустыня северная	1,8...2,5	Бурые	0,6	8,0				5,5
	2,5...3,0	Светло-бурые	0,7:0,8	8,6	0,05	0,17	-	
Пустыня южная	3,0...2,0	Сероземы	0,7:0,9	8,5	0,07	-	-	7,1
	2,0...1,9	Сероземы	1,0	8,5	0,1	-	-	7,0
Предгорная полупустыня	1,9...1,5	Темные сероземы	1,0	8,0	0,20	0,25	3,0	6,8
	1,5...1,4	Светло-каштановые	1,0	7,7	0,15	0,18	2,5	5,0
Предгорная степь	1,4...1,3	Каштановые	1,32	7,5	0,17	0,17	2,0	8,0
	1,3...1,2	Темно-каштановые	1,0:1,2	7,0	0,18	0,16	1,5	8,3
Горная степь, лес	1,2...1,0	Горные типы	0,9:1,2	5,0	0,60	0,25	2,8	8,7

Для познания подтипов почвы можно использовать интегральный показатель или индекс почвы [12]:

$$S = \frac{6,4(G_{gn} + 0,2G_{\phi})}{600} + 8,5\sqrt{N\Phi\Phi} \cdot 5,1 \cdot \exp\left(\frac{H_2 - 1}{4}\right),$$

где  $G_{gn}$  - гуматный гумус, т/га;  $G_{\phi}$  - фульватный гумус, т/га;  $N\Phi\Phi$  - соответственно доли допустимых или полудопустимых норм азота, фосфора и калия по отношению к максимально возможному их содержанию, %;  $H_2$  - гидролитическая кислотность мг-экв/100 г почвы.

#### **Модель познания рода почвы в природной системе**

Наличие грунтовых вод на небольших глубинах внутри типа и подтипа почв с определенными контурами, сопровождается капиллярным и пленочно-капиллярным питанием почвообразующей растительности. Она служит источником постоянного приноса разнообразных соединений.

Поэтому, относительное положение уровня грунтовых вод, определенное как  $(\Delta - \delta) / h_k$  - важнейший показатель почвообразовательного процесса. Она, наряду с другими показателями, определяет составляющие общего испарения влаги с дневной поверхности, соотношение источников его удовлетворения и интенсивность солеобмена с грунтовыми водами ( $\Delta$  - глубина грунтовых вод, м;  $\delta$  - мощность корневой системы растительного покрова, м;  $h_k$  - высота капиллярного поднятия грунтовых вод, м) (см. табл. 3).

Таблица 3

Основные характеристики почвообразовательного процесса  
таксономических единиц – родов почв

Род почвы	Характер взаимодействия с грунтовыми водами	Питание из грунтовых вод ( $g / E$ )	Относительная глубина грунтовых вод $(\Delta - \delta) / h_k$
Автоморфный	Грунтовые воды не участвуют в компенсации затрат энергии на почвообразовательный процесс	0,00	$\geq 1,2$
Сероземно-луговые	Грунтовые воды в незначительном количестве участвуют в компенсации затрат энергии на почвообразовательный процесс	0,00...0,20	0,70...1,00
Лугово-сероземные	Грунтовые воды активно участвуют в компенсации затрат энергии на почвообразовательный процесс	0,30...0,70	0,20...0,70
Луговые	Грунтовые воды полностью участвуют в компенсации затрат энергии на почвообразовательный процесс	0,70...0,90	0,10...0,20
Болотные	Грунтовые воды и атмосферные осадки полностью участвуют в компенсации затрат энергии на почвообразовательный процесс	0,90...1,00	0,00...0,10

Действительно, при близком залегании грунтовых вод испарение влаги с дневной поверхности удовлетворяется за счет капиллярного подпитывания. Благодаря постоянному максимальному увлажнению почвенного слоя испарение приближается к своему максимальному значению, т.е.  $\bar{R} = R/L(O_c + g) \rightarrow I$  ( $g$  - интенсивность влагообмена между почвенными и грунтовыми водами).

При близком залегании грунтовых вод величина суммарного испарения ( $E$ ) близка к испаряемости ( $E_o$ ), которую приближенно можно выразить в виде  $E \cong R/L$ . Тогда, закономерность влагообмена между почвенными и грунтовыми водами ( $g$ ) можно раскрыть, преобразовав формулу С.Ф. Аверьянова  $g = E_o(1 - \bar{\Delta})^n$ :

$$g = \frac{R}{L}(1 - \bar{\Delta})^n,$$

где  $\bar{\Delta} = \Delta/5m$ ;  $n$  - показатель степени.

По мере увеличения относительной глубины залегания грунтовых вод, испарение с дневной поверхности уменьшается благодаря снижению средней влажности поверхности почвы и почвенного слоя, одновременно уменьшается испарение из грунтовых вод, т.е.  $g \rightarrow 0$ . Анализ формирования почвообразовательного процесса в природных условиях с гидротермическими режимами от  $\bar{R} = R/LO_c$  до  $\bar{R} = R/L(O_c + g)$  свидетельствует о формировании различных *родов почв* внутри типа или подтипа почв, от сероземных до луговых почв. Эта эволюционная закономерность, которая происходит в природе, наталкивает на мысль о целесообразности их использования при создании модели почвообразовательного процесса.

#### ***Модель познания вида почвы в природной системе***

Закономерности формирования природной гидрогеохимической системы, включающей химический режим водных растворов зоны гипергенеза (зона активных изменений), можно рассматривать как основу создания модели почвообразования для познания вида почвы.

Развитие почвенно-гидрогеохимического направления почвообразовательного процесса в природной системе основано на систематизации современных знаний о взаимосвязанных потоках веществ [11]. Поэтому, модель познания вида почвы следует разработать на базе не только какого-то одного фактора (глубина грунтовых вод, их сток, содержание солей в

почве и т.д.), а на основе выявления всего комплекса причин, обуславливающих ход процесса почвообразования, засоления и рассоления.

Формирование вида почв под влиянием гидрогеохимического режима природной системы предлагается оценивать через эколого-мелиоративный потенциал природной системы, который представляет собой комплексную качественно-количественную характеристику трех генетически и функционально связанных компонентов: атмосферы, почвы и грунтовых вод. Для оценки гидрогеохимического режима можно использовать мелиоративный показатель орошаемой территории или эколого-мелиоративный потенциал:  $\bar{M} = \bar{A}_n / \bar{C}^*$ , где  $\bar{M}$  - эколого-мелиоративный потенциал или мелиоративный показатель орошаемой территории;  $\bar{A}_n$  - работа, совершаемая в элементарном объеме потоком инфильтрационных вод в почвенном слое;  $\bar{C}^*$  - средняя концентрация солей в системе «поверхностная вода - почва - грунтовая вода» [7, 10]:

$$\bar{A}_n = (I-t) \frac{R}{L} (I - \bar{\Delta}) / O_c,$$

$$\bar{C}^* = \left[ C_o + (I-t) \frac{R}{L} (I - \bar{\Delta}) \cdot C_z / O_c \right] / C_{дон},$$

где  $R$  - радиационный баланс;  $L$  - скрытая теплота парообразования;  $O_c$  - атмосферные осадки;  $C_o$  - начальная концентрация почвенного раствора в почвенном слое;  $C_{дон}$  - допустимые концентрации солей в почвенном растворе, которые соответствуют параметру незасоленных почв;  $C_z$  - концентрация солей в грунтовых водах;  $(I-t)$  - время действия инфильтрации ( $t = T / 365$ ),  $T$  - продолжительность вегетационного периода.

Таким образом, эколого-мелиоративный показатель ( $\bar{M}$ ), который выражается одним числом, содержит в себе всю сумму влияния природы на процессы почвообразовательного процесса, засоления и рассоления в природных системах (см. табл. 4).

Таблица 4

Показатели эколого-мелиоративного потенциала почвы

Вид почвы	Показатель эколого-мелиоративного потенциала		
	$\bar{A}_n$	$\bar{C}^*$	$\bar{M}$
Незасоленные	1,0	1,0	0,9...1,0
Слабо засоленные	1,4	1,2	1,0...1,2

Средне засоленные	2,0	1,5	1,2...1,5
Сильно засоленные	2,7	1,7	1,5...1,7
Очень сильно засоленные	3,6	2,0	1,7...2,0

### **Модель познания разновидностей и разрядов почвы в природной системе**

Разновидности и разряды почв зависят от механического состава почвы, который характеризуется объемной массой (плотность) ( $d$ ), полной влагоемкостью ( $\beta_{не}$ ), наименьшей влагоемкостью ( $\beta_{не}$ ) и пористостью ( $P$ ).

Для создания информационно-логических моделей познания разновидностей почв можно использовать теорию информации, которая имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами исследования сложных систем [15]. Преимущество информационного анализа заключается в том, что он не требует от исходных данных нормального распределения и линейности. Это позволяет исследовать также связь между качественными признаками системы, т.е. свойствами почвы. Идея информационного анализа данных заключается в сопоставлении априорной неопределенности явления с неопределенностью явления с учетом упорядочивающего влияния фактора.

Если фактор ( $B$ ) или его отдельные состояния, характеризующие их свойства, несут информацию о явлении ( $A$ ), т.е. механическом составе почвы, то значение состояния фактора устраняет часть или всю неопределенность явления.

Неопределенность, устраняемая состоянием фактора, рассчитывается формулой [14]:

$$I(A/b_k) = H(A) - H(A/b_k),$$

где  $I(A/b_k)$  - информация, которую несет состояние фактора  $b_k$  о явлении  $A$ ;  $H(A/b_k)$  - неопределенность явления при состоянии фактора  $A$  или так называемая условная неопределенность явления  $b_k$  по состоянию фактора;  $H(A)$  - неопределенность явления  $A$ .

Согласно теории информации, из свойства величины энтропии исходит, что наименее смешанную оценку вероятности ( $P_i$ ) можно получить, максимизируя функцию энтропии ( $S$ ), отражающую неопределен-

ность данной информации:  $S = -\sum_i P_i \cdot \ln P_i$ . Согласно теории информации,

величина  $H(A)$  рассчитывается по формуле:

$$H(A) = -\sum_i p(a_i) \cdot \log_2 p(a_i),$$

где  $p(a_i)$  - вероятность отдельных состояний явления  $A$ .

Условная неопределенность явлений вычисляется по формуле:

$$H(A/b_k) = -\sum_i p(a_i, b_k) \cdot \log_2 p(a_i, b_k),$$

где  $p(a_i, b_k)$  - условная вероятность состояния явления  $A$  при состоянии фактора  $b_k$ .

Для определения тесноты связи между фактором и явлением в целом вычисляется информация, которую несет фактор о явления в целом:

$$T(A, B) = \sum_i p(b_k) \cdot I(A/b_k),$$

где  $p(b_k)$  – вероятность отдельных состояний фактора.

Для оценки тесноты связи пользуются следующим коэффициентом [16]:

$$K(B, A) = T(A, B) / H(A).$$

Коэффициент  $K(B, A)$ , или так называемая эффективность приема информации явлением  $A$  от фактора  $B$ , имеет явный смысл и может быть использована для познания разновидностей почвы, которые определяются по механическому составу почвы.

Таким образом, систематизация современных знаний о взаимосвязи потоков веществ, знания сущности и истории взаимоотношений между почвами и факторами почвообразования, в принципе, дает возможность разработать концептуальную модель почвообразовательного процесса (см. табл. 5).

Таблица 5

Концептуальная модель познания почвообразовательного процесса в природных системах

Модель почвообразовательного процесса	Классификация почв					
	тип	подтип	род	вид	разновидность	разряд
$\bar{R} = R / LO_c$	+	+	+	+	+	+
$S$		+	+	+	+	+
$(\Delta - \delta) / h_k$			+	+	+	+

$\bar{M} = \bar{A}_n / \bar{C}^*$	+	+	+
$T(A, B) = \sum_i p(b_k) \cdot I(A/b_k)$		+	+
$K(B, A) = T(A, B) / H(A)$			+

В концептуальной модели почвообразовательного процесса отражены эволюционные преобразования земной коры и ее геоструктуры под влиянием космической энергии, выраженные в виде постоянного геологического круговорота веществ. Это, в целом, определило ряд основополагающих принципов конструируемой модели почвообразовательного процесса: принцип целостного подхода, генетический принцип, принцип иерархической организации, выделение ключевых, интегрирующих факторов. Последний принцип означает, что для предсказания поведения системы важно знать, как она построена из более простых, и как простые организованы между собой.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айдаров И.П. Регулирование водно-солевого и питательного режима орошаемых земель. М.: Агропромиздат, 1985.- 304 с.
2. Баженов М.Г., Сарсенбаев М. Х. Теоретические предпосылки экологизации мелиоративных мероприятий // Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы гидрометеорологии и экологии».-Алматы: 2001.- С. 264-273.
3. Будыко М.И. Глобальная экология. М.: Мысль, 1977.- 327 с.
4. Волобуев В.Р. Введение в энергетику почвообразования. М.: Наука, 1974.- 128 с.
5. Докучаев В.В. Избранные труды. Под редакцией акад. Б.Б. Польшова. М.: Изд-во АН СССР, 1949.- 643 с.
6. Ковда В.А. Основы учения о почвах. М.: Наука, 1973.-часть1.- 447 с; часть 2.- 468 с.
7. Количественные методы в мелиорации засоленных почв, Алма-Ата: Наука, 1974. – 174 с.
8. Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане, Алматы, 1997.- 358 с.
9. Мустафаев Ж.С., Садыков С.С. Гидротермический режим орошаемых земель (Аналитический обзор). Жамбыл, 1996. – 74 с.
10. Мустафаев Ж.С., Умирзаков С.И., Ахметов Н.Х., Сейдуалиев М.А., Сагаев А.А., Козыкеева А.Т., Мустафаева Л.Ж. Ландшафтно-экологическое обоснование адаптивного мелиоративного режима поч-

вы при реконструкции техногенных нарушенных природных систем в низовьях реки Сырдарья (Аналитический обзор), Тараз. 2002.- 98 с.

11. Парфенова Н.И., Решеткина Н.М. Экологические принципы регулирования гидрогеохимического режима орошаемых земель. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1995.- 360 с.
12. Природа моделей и модель природы / Под редакцией Д.М. Гвишиани. М.: Мысль, 1986. – 270 с.
13. Прогожин И.Р., И. Стенгерса Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой /Пер. с англ.-М.: Прогрес, 1986.
14. Пузаченко Ю.Г., Мошкин А.В. Информационно- логический анализ в медико-географических исследованиях // В кн: Итоги науки, сер. геогр., мед. геогр. М.: 1969, вып.3.-С. 5-73.
15. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов, Л.: Гидрометеиздат, 1984.- 264 с.
16. Фрей Т. Э.-А. Фотоценоз как многомерная стохастическая система. - Труды Моск. Общ. Испытателей природы, 1970, т. 38. –С. 237-247.

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати

Кызылординский государственный университет им. Коркыт-Ата

### **ТОПЫРАҚТЫҢ ПАЙДА БОЛУ КЕЗЕҢІНІҢ ТҰЖЫРЫМДАЛҒАН БЕЙНЕСІ**

Техн. ғылымд. докто- Ж.С. Мұстафаев  
ры

Техн. ғылымд. канд. Ж.Н. Байманов

*Ғарыштық қуаттың қиінін өсерінен болатын, табиғи жүйенің құрамы және қызымет ету тұжырымдамасының теориялық негізінде, топырақтың пайда болу кезеңінің бейнесі ұсынылған.*