

Крымский научный центр Национальной академии наук Украины и
Министерства образования и науки Украины

Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского

ГЕОПОЛИТИКА И ЭКОГЕОДИНАМИКА РЕГИОНОВ

Научный журнал

Том 1. Выпуск 2.

2005



**Симферополь
2005**

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Председатель – член-корр. НАН Украины, д.геогр. наук, профессор **Н. В. БАГРОВ**

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

География:

Боков В. А. – д.геогр. наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)
Брянцев В. А. – д.геогр.наук (ЮГНИРО)
Олиферов А. Н. – д.геогр. наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)
Руденко Л. Г. – член-корр. НАН Украины, д.геогр.наук (Институт географии НАН Украины)
Совга Е. Е. – д.геогр. наук (Морской гидрофизический институт НАН Украины)
Черванев И. Г. – д.тех.наук (Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина)

Биология:

Ивашов А. В. – д.биол.наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)
Коренюк И. И. – д.биол.наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)
Сидякин В. Г. – д.биол.наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)
Темурьянц Н. А. – д.биол.наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)
Юрахно М. В. – д.биол. наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)

Геология:

Лущик А. В. – д.геол.-мин.наук (Крымское отделение Украинского геологоразведочногo института)
Лысенко Н. А. – д.геол.мин. наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)
Рудько И. Г. - д.геол.мин. наук (Институт геологических наук НАН Украины)
Саломатин В. Н. – д.геол.-мин.наук (Крымская акад. природоохранного и курортного строительства)
Юдин В. В. – д.геол.-мин.наук (Крымское отделение Украинского геологоразведочногo института)

История:

Айбабин А. И. – д.ист.наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)
Ганкевич В. Ю. – д.ист.наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)
Толочко П. П. – акад. НАН Украины, д.ист.наук (Институт археологии НАН Украины)
Храпунов И. Н. – д.ист.наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)
Хриенко П. А. – д.соц.наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)

Физика:

Бержанский В. Н.– д.физ.-мат.наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)
Владимирский Б. М.– д.физ.-мат.наук (Крымская астрофизическая обсерватория)
Еремеев В. Н. – акад. НАН Украины, д.физ.-мат.наук (Морской гидрофизический институт НАН Украины)
Иванов В. А. – д.физ.-мат.наук (Океанологический центр НАН Украины)
Копачевский Н. Д. - д.физ.-мат.наук (Таврический национальный университет им. В.И.Вернадского)
Тимченко И. Е. – д.физ.-мат.наук (Морской гидрофизический институт НАН Украины)
Чехов В. Н. - д.физ.-мат.наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)

Экономика:

Подсолонко В. А. – д.экон.наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)
Крамаренко В. И. – д.экон.наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)
Нагорская М. И. – д.экон.наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)
Воробьев Ю. И. – д.экон.наук (Крымская акад. природоохранного и курортного строительства)
Ефремов А. В. – д.экон.наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА:

Главный редактор: д.геогр.наук, проф. **Н. В. БАГРОВ**

Ответственный секретарь – к. геогр. наук **Т. В. БОБРА**

Технический редактор – к. биол. наук **В. С. МАРТЫНЮК**

Члены редколлегии:

Вахрушев Б. А. – к.геол.-мин.наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)
Воляр А. В. – д.ф.-м.наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)
Клюкин А. А. – к. геол.-мин.наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)
Мартынюк В. С. – к.биол.наук (Крымский научный центр НАНУ и МОНУ)
Мыц В. Л. – к.ист.наук (Крымский филиал Института археологии НАНУ)
Миронова Т. Л. – к.экон.наук (Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского)

Раздел I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГЕОПОЛИТИКИ И ЭКОГЕОДИНАМИКИ

УДК 911.1

И. Е. Тимченко,
Е. М. Игумнова ✉

Моделирование экогеодинамики природно-хозяйственных комплексов

Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского,
г. Симферополь, Украина

Аннотация. Для слежения за динамикой процессов в имитированном природно-хозяйственном комплексе была использована объединенная модель, которая содержала ДСМ морской среды, управляемую внешними гидрометеорологическими условиями, и эколого-экономическую модель, построенную АВС методом. Как показали вычислительные эксперименты, подобные модели способны обеспечивать прогностические сценарии развития процессов в ПХК, которые, в свою очередь, позволяют контролировать экологическое состояние природной среды наряду с экономическими показателями потребления ее ресурсов.

Ключевые слова: природно-хозяйственный комплекс, моделирование.

Природно-хозяйственные комплексы (ПХК) представляют собой сложные системы, которые объединяют в своем составе природные процессы, характеризующие экологическое состояние окружающей среды, и социально-экономические процессы, сопровождающие хозяйственную деятельность в природной среде. С точки зрения системного подхода среди многообразия экогеодинамических процессов при изучении ПХК выделяются процессы, отвечающие за управление социальными эколого-экономическими системами (СЭЭС). Отмеченные две категории процессов, развивающихся в СЭЭС, существенно отличаются друг от друга. Процессы в природной среде (атмосфере, океане и на поверхности суши) моделируются пространственно-временными полями физических, химических, биологических, геологических и других компонентов вектора состояния системы. Для описания социально-экономических процессов обычно используют одномерные временные функции.

Основная проблема экологической геодинамики заключается в создании информационных технологий управления, которые совмещают в себе эколого-экономические модели и традиционные модели динамики сплошной природной среды. Под экологической динамикой ПХК мы будем подразумевать совместную взаимно обусловленную изменчивость всех процессов, развивающихся в СЭЭС. Совмещение моделей должно давать

возможность пересчитывать распределенные в пространстве и времени параметры природной среды в распределения значений эколого-экономических параметров, таких, как экологические штрафы за загрязнение окружающей среды в процессе хозяйственной деятельности или в оценки стоимости потребляемых природных ресурсов. Итогом совмещения моделей двух указанных типов станут пространственно-временные поля эколого-экономических характеристик ПХК.

Одним из перспективных подходов к построению совмещенных моделей является метод системного анализа, использующий принцип взаимных влияний между контролируемыми процессами. На его основе в работе [1] был предложен метод формального описания причинно-следственных отношений в сложных системах - метод адаптивного баланса влияний (АВС - метод), который позволяет связать экологическую динамику ПХК с результатами его хозяйственной деятельности. Мы рассмотрим эти вопросы на примере управления природно-хозяйственным комплексом "море-суша" в регионе Азовского моря. С этой целью мы введем динамическую стохастическую модель морской среды и свяжем ее с эколого-экономической моделью управления концентрацией биоресурса в акватории моря. Таким путем может быть осуществлено управление пространственно распределенным ресурсом, находящимся как под влиянием динамики природной среды (ветер, изменчивость мор-

ской среды), так и под воздействием экономических факторов (интенсивность потребления биоресурса, загрязнение окружающей среды и др).

Основы метода адаптивного баланса влияний. Рассмотрим n процессов: x_1, x_2, \dots, x_n , которые характеризуют какой-либо природно-хозяйственный комплекс и должны быть использованы для его опи-

$$x_i = a_{i1} x_1 + a_{i2} x_2 + a_{i3} x_3 + \dots + a_{in} x_n, \text{ при } a_{ii} = 0, \quad (1)$$

в котором коэффициенты a_{ps} учитывают влияние процесса x_s на процесс x_p и сохраняют постоянные значения в пределах выбранного интервала времени.

$$dx_i/dt = x_i [1 - 2 F^{(+)}(a_{i1} x_1 + a_{i2} x_2 + a_{i3} x_3 + \dots + a_{in} x_n + x_i)] \quad (2)$$

В этом уравнении в качестве функции $F^{(+)}$, называемой базовой функцией влияния, может быть использована любая монотонно растущая функция. Если, например, выбрать наиболее простой вариант

$$dx_i/dt = x_i - 2(a_{i1} x_1 x_i + a_{i2} x_2 x_i + a_{i3} x_3 x_i + \dots + a_{in} x_n x_i + x_i^2).$$

При этом взаимные влияния процессов внутри системы относятся к так называемым "парным взаимодействиям" $x_p x_s$, которые обычно используют в биологии для описания систем типа "хищник-жертва" [2].

$$F^{(+)}(x_i) = 1 - \exp(x_i - a_{i1} x_1 - a_{i2} x_2 - a_{i3} x_3 - \dots - a_{in} x_n) \quad (3)$$

Стандартное уравнение для описания процессов в экосистеме при этом принимает следующий вид

$$dx_i/dt = c_i x_i [\exp(a_{i1} x_1 + a_{i2} x_2 + a_{i3} x_3 + \dots + a_{in} x_n - x_i) - 1] \quad (4)$$

Придавая индексу i в последнем уравнении значения $1, 2, \dots, n$, при соблюдении условия (1), получим систему уравнений динамической АВС модели ПХК. При отсутствии внешних влияний система уравнений (4) приходит в состояние равновесия, когда имеют место равенства

$$\begin{aligned} x_1 &= a_{12} x_2 + a_{13} x_3 + \dots + a_{1n} x_n \\ x_2 &= a_{21} x_1 + a_{23} x_3 + \dots + a_{2n} x_n \\ &\dots \dots \dots \dots \dots \dots (5) \\ x_n &= a_{n1} x_1 + a_{n2} x_2 + \dots + a_{nn-1} x_{n-1} \end{aligned}$$

Состояние баланса системы может быть использовано для определения коэффициентов влияния a_{ps} . В работе [1] было показано, что эти коэффициенты вычисляются через коэффициенты корреляции,

$$a_{ps} = D_{ps} - \sum_i a_{pi} D_{si}, \quad (p, s, i = 1, 2, \dots, n; i \neq p; i \neq s) \quad (6)$$

Как следует из этой формулы, каждому процессу x_p соответствует своя система

сания. Поставленное условие объединяет эти процессы в единую систему и вводит между ними причинно-следственные отношения. Примем, что, по крайней мере на небольших интервалах времени, каждый из процессов может быть выражен линейной комбинацией остальных процессов. Тогда для процесса x_i справедливо представление

Основное уравнение АВС метода выражает собой баланс тенденций в изменении значений процесса, обусловленных влияниями на него со стороны других процессов [1]

линейной зависимости этой функции от своих аргументов

$F^{(+)}(x_i) = a_{i1} x_1 + a_{i2} x_2 + a_{i3} x_3 + \dots + a_{in} x_n + x_i$,
уравнение (2) принимает форму нелинейного уравнения Бернулли

В настоящей работе качестве базовой функции влияния мы будем использовать функцию вида

ляции, которые отражают статистические связи между процессами x_1, x_2, \dots, x_n .

Обозначим через $D_{ps} = M\{x_p x_s\} / (D_{pp} D_{ss})^{1/2}$ элементы корреляционной матрицы системы. Оператор нахождения математического ожидания $M\{x_p x_s\}$ предполагает осреднение по тому интервалу времени, в пределах которого коэффициенты уравнения считаются постоянными. Применяя к системе уравнений (5) операции, подобные тем, которые были использованы, А.Н.Колмогоровым [3], при выводе уравнений оптимальной интерполяции случайных функций, можно получить следующую общую формулу для определения коэффициентов a_{ps}

уравнений (6) для нахождения $n-1$ неизвестных коэффициентов влияний, входя-

щих в динамическое уравнение для x_p в (4). Для того, чтобы вычислить коэффициенты влияния на процесс x_p , должны быть заданы все те коэффициенты корреляции, которые составляют строку с номером s в корреляционной матрице $\{D_{ps}\}$.

Эколого-экономические модели природно-хозяйственных комплексов. Важнейшим критерием управления развитием территорий, является критерий динамического баланса между экономической целесообразностью потребления природных ресурсов и экологической оправданностью вмешательства в естественное состояние природной среды. Любая эколого-экономическая система представляет собой баланс интересов ограниченных групп общества (фирм, корпораций), стремящихся к максимальной экономической выгоде от использования природных ресурсов, и всего общества в целом, заинтересованного в получении части этой прибыли при соблюдении экологических, социальных, правовых и прочих ограничений, обеспечивающих защиту окружающей среды. Общий баланс естественно связан с компонентами вектора состояния системы. Применяя обычно используемый критерий сохранения биоразнообразия окружающей среды, следует ввести в модель ПХК баланс между тенденцией к уменьшению биоразнообразия и к его росту за счет естественной устойчивости природных экосистем и осуществляемых природоохранных мероприятий.

Будем считать, что предприятие, потребляющее биоресурс, уменьшает его концентрацию пропорционально объему выпуска продукции. Существует предельно допустимая концентрация биоресурса, за которой наступают необратимые изменения естественного биоразнообразия природной среды. В качестве тенденции, препятствующей такому развитию событий, естественно выбрать экономические санкции против предприятия. Этой цели служит ресурсная рента или природоохранный налог на выпуск продукции, сокращающей концентрацию биоресурса. Ресурсная рента призвана регулировать потребление биоресурса и поддерживать баланс биоресурса в природной среде.

Еще один вид экологического баланса связан с загрязнением окружающей среды отходами производства. Тенденции роста концентрации загрязняющих веществ в природной среде противостоит тенденция

к естественному самоочищению среды, поддерживаемая природоохранными мероприятиями. Как и в случае с биоресурсом, баланс загрязняющих веществ должен обеспечиваться введением экологических штрафов

Достаточно общая модель эколого-экономической системы, которая учитывает основные балансы в экономической и в экологической подсистемах, была предложена в работе [1]. Структура модели изображена на рис. 1. Динамика системы представлена 11 развивающимися процессами X_i , которые образуют ее вектор состояния. Компоненты вектора имеют следующий смысл: X_1 - спрос на продукцию предприятия, входящего в состав системы, X_2 - цена единицы продукции, X_3 - показатель качества продукции, X_4 - себестоимость продукции, X_5 - объем выпуска продукции, X_6 - кредит оборотных средств, накопленный к текущему моменту времени, X_7 - инвестиции в основные фонды, требующие возврата кредиторам, X_8 - имеющиеся основные фонды, X_9 - необходимые основные фонды, X_{10} - концентрация загрязнений в природной среде, X_{11} - концентрация биоресурса в природной среде.

В модели присутствуют также переменные, являющиеся производными функциями от компонент вектора состояния: H - объем готовой продукции на складе, S - скорость реализации продукции, I - норма прибыли, U - управление выпуском и реализацией продукции, D - текущие доходы предприятия, C - текущие затраты предприятия, A - текущий кредит оборотных средств, M - проценты по кредиту, G - текущие инвестиции в основные фонды, F - проценты по инвестициям, E - доля экологического штрафа в себестоимости, R - доля ресурсной ренты в себестоимости, AD - накопленные доходы, AC - накопленные расходы, AI - накопленная прибыль, T - рентабельность, B_1 - баланс выпуска, B_2 - баланс оборотных средств, B_3 - баланс основных фондов, B_4 - баланс загрязняющих веществ, B_5 - баланс биоресурса.

Изображенная на рис. 1 концептуальная модель представляет причинно-следственные связи в эколого-экономической системе: рынок - предприятие - природная среда - государство. Динамические уравнения эколого-экономической модели могут быть построены с помощью общей ABC модели (6). С уче-

том связей, изображенных на рис.1, они имеют следующий вид:
 $dX_1/dt = c_1 X_1 [\exp(-a_{11} X_1 + a_{21} X_2 + a_{31} X_3) - 1];$
 $dX_2/dt = c_2 X_2 [\exp(-a_{22} X_2 + a_{42} X_4 + a_{s4} S) - 1];$

$$\begin{aligned} dX_3/dt &= c_3 X_3 [\exp(-a_{33} X_3 + a_{s3} S) - 1]; \\ dX_4/dt &= c_4 X_4 [\exp(-a_{44} X_4 + a_{64} X_6 + a_{74} X_7 + \\ &+ a_{E4} E + a_{R4} R + a_{34} X_3) - 1]; \end{aligned} \quad (7)$$

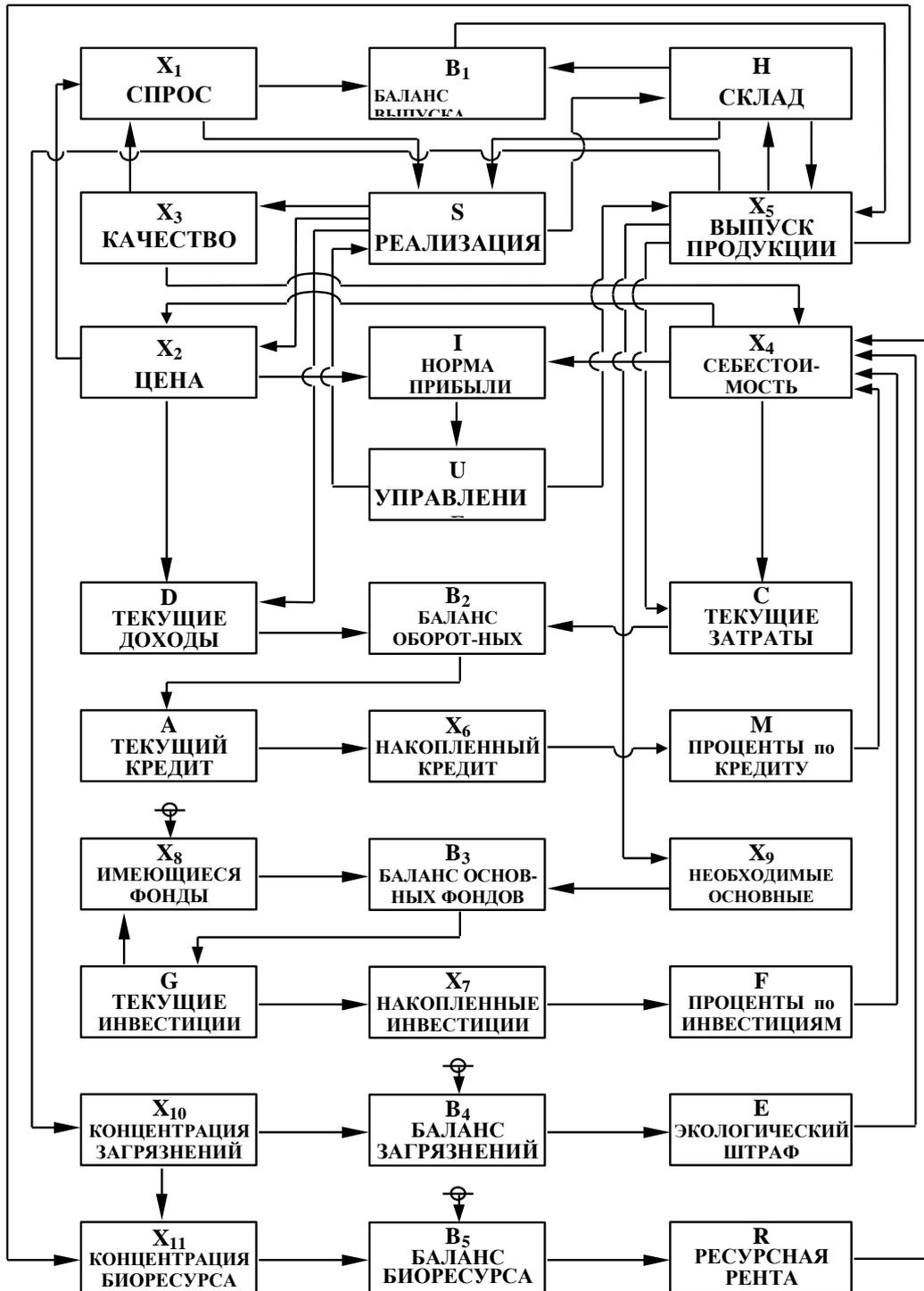


Рис. 1. Концептуальная модель эколого-экономической системы.

$$\begin{aligned}
 dX_5/dt &= c_5 X_5 [\exp(-a_{55} X_5 + a_{U5} U X_5 + a_{B15} B_1) - 1]; \\
 X_6 &= M_{06} X_6 + A \\
 X_7 &= F_{07} X_7 + G; \\
 dX_8/dt &= c_8 X_8 [\exp(-a_{88} X_8 + a_{78} X_7 + a_{08} \exp(-c_{08} n\tau)) - 1]; \\
 dX_9/dt &= c_9 X_9 [\exp(-a_{99} X_9 + a_{59} X_5) - 1]; \\
 dX_{10}/dt &= c_{10} X_{10} [\exp(-a_{1010} X_{10} + a_{510} X_5) - 1]; \\
 dX_{11}/dt &= c_{11} X_{11} [\exp(-a_{1111} X_{11} + a_{511} X_5 + a_{1011} X_{10}) - 1]; \\
 B_1 &= IF((X_1 - H) \leq 0; 0; X_1 - H), B_2 = D - C; B_3 = X_8 - X_9; \\
 B_4 &= X_{10} - X_{10}; B_5 = X_{11} - X_{11}; \\
 S &= IF(I > 0; IF(X_1 \leq H; X_1; H); 0); A = IF(B_2 > 0; 0; B_2); \\
 G &= IF(B_3 > 0; 0; B_3); E = IF(B_4 > 0; 0; -B_4); \\
 R &= IF(B_5 > 0; r_0 X_5; r_1 X_5); H = H' + X_5 - S; \\
 I &= X_2 - X_4; D = X_2 S; C = X_4 X_5; AD = AD + S X_2; \\
 AC &= AC + X_4 X_5; T = AD / AC - 1.
 \end{aligned}$$

Для прогноза процессов в системе необходимо задать начальные значения компонент вектора состояния X_1^0, \dots, X_{11}^0 , а также определить входящие в модель коэффициенты функций влияния.

Моделируемый природно-хозяйственный комплекс. Общая эколого-экономическая модель (7) должна учитывать особенности конкретного ПХК. Мы рассмотрим ее применение на примере некоторого промышленного объекта, потребляющего биоресурсы Азовского моря и загрязняющего его акваторию отходами производства.

Характерной особенностью Азовского моря - мелководного внутреннего водоема, окруженного территориями с интенсивной хозяйственной деятельностью, является динамический баланс между процессами воспроизводства и потребления живых ресурсов, с одной стороны, и растущим уровнем загрязнения - с другой. В настоящее время основным источником загрязнения Азовского моря является сброс сточных вод промышленного, сельскохозяйственного и бытового происхождения. Поступающие в море отходы существенно влияют на биохимические процессы и, как следствие, на биомассу планктона, видовой состав и количество рыб, моллюсков, микроорганизмов и других форм жизни.

По некоторым оценкам ухудшение экологической ситуации в Азовском море в последние годы привело к снижению запасов промысловых рыб более, чем в 20 раз. Поэтому проблема Азовского моря заключается в разработке и внедрении научно обоснованной технологии управления всем природно-хозяйственным комплексом региона, включающим как экоси-

стему моря, так и экономическую систему прилегающих территорий.

Будем считать, что распределенный по акватории моря биоресурс используется для производства и реализации некоторого морепродукта, имеющего спрос на рынке. Если производство рентабельно, существует прибыль, стимулирующая развитие производства и увеличение потребления биоресурса. Существует также предельный объем потребления, за которым нарушается естественный процесс воспроизводства живых морских организмов. Кроме того, производство загрязняет окружающую среду и, как следствие, понижает ее качество, что уменьшает концентрацию биоресурса в море за счет сокращения количества живых организмов, образующих пищевую цепь для выделенного вида биоресурса.

Ресурсное качество среды отражается также на качестве производимого продукта. Его величина может служить основанием для определения размера компенсационных отчислений из прибыли предприятия, производящего продукт. Так как экологические платежи увеличивают затраты на производство продукта, в эколого-экономической системе действуют две противоположных тенденции: одна направлена на расширение производства и увеличение прибыли, другая - на его ограничение до пределов, определяемых спросом, и на снижение доли компенсационных отчислений в структуре затрат

Динамико-стохастическая модель Азовского моря. Для расчетов пространственно-временных полей природной среды обычно используют численные гидродинамические модели. Наряду с модельными оценками значений полей применяются данные наблюдений, которые уточ-

няют эти оценки. Реализуется схема так называемого четырехмерного анализа наблюдений, при которой данные наблюдений усваиваются в численной модели природной среды. Для этой цели вводится статистическая процедура корректировки прогнозов, которая превращает динамическую модель природной среды в динамико-стохастическую модель (ДСМ) [4,5].

Динамико-стохастическая модель Азовского моря состояла из динамической части, моделирующей детерминированные компоненты полей, и стохастической части, служащей целям усвоения данных наблюдений. Это означает, что наряду с прогнозированием по модели простран-

$$\begin{aligned} U_t + U U_x + V U_y + f V + g \xi_x + R U H^{-1} |V| - (\rho H)^{-1} \tau^x &= 0; \\ V_t + U V_x + V V_y + f U + g \xi_y + R V H^{-1} |V| - (\rho H)^{-1} \tau^y &= 0; \quad (8) \\ \xi_t + (H U)_x + (H V)_y &= 0; \\ (H \varphi)_t + (H U \varphi)_x + (H V \varphi)_y - (H D^x \varphi_x)_x - (H D^y \varphi_y)_y &= H S; \end{aligned}$$

Здесь были использованы следующие обозначения: ζ - возвышение свободной поверхности моря над отсчетной поверхностью уровня, h - расстояние от отсчетной поверхности уровня до дна, U , V - осредненные по глубине проекции вектора скорости течений на оси координат (Ox - на север, Oy - на восток, Oz - вверх), φ - концентрация пассивной примеси, f - параметр Кориолиса, g - ускорение свободного падения, R - коэффициент сопротивления, S - мощность источника концентрации примеси, τ^x , τ^y - проекции касательного напряжения ветра на оси координат, D^x , D^y - коэффициенты горизонтальной турбулентной диффузии в направлении осей Ox и Oy соответственно, $H = h + \xi$. Модель позволяла осуществлять прогнозы полей концентраций биоресурса в морской среде и концентраций загрязняющих веществ, источником которых считалось предприятие, расположенное на берегу моря и потребляющее морской биоресурс.

На поверхности моря были заданы касательные напряжения ветра и концентрация загрязняющих веществ, на твердых границах - условие непротекания и условие неизменности концентрации по нормали к берегу. Краевые условия для участков границ в устьях рек Дон и Кубань были заданы в форме функций источников. Значения коэффициентов горизон-

тальных распределений полей скорости течений, температуры и солености рассчитывались элементы статистической структуры этих полей: корреляционные функции невязок прогнозов по отношению к их наблюдениям.

Динамическая часть ДСМ Азовского моря, предназначенная для прогнозирования полей, состояла из уравнений теории мелкой воды, выражающих собой законы сохранения, импульса, массы и энергии. Обозначая операцию вычисления частной производной нижним индексом при соответствующей функции, эти уравнения можно записать в следующем виде [6]

тальной диффузии принимались равными $10^8 \text{ см}^2/\text{сек}$.

Тестовые расчеты по модели показали, что она адекватно описывает реакцию морской среды на атмосферное воздействие. Акватория моря была покрыта квадратной сеткой, содержащей 24×36 узлов. Шаг сетки по горизонтали составлял 10 км. Установившаяся картина горизонтальных течений в Азовском море была получена на вторые сутки модельного времени. Она приведена на рис. 2.

Стохастическая часть ДСМ Азовского моря содержала эволюционное уравнение для корреляционной функции ошибок прогнозов полей концентраций φ . Оно было построено на основе последнего из уравнений динамической модели (8). Наблюдения полей концентраций биоресурса и загрязняющих веществ были распределены неравномерно по акватории моря и выполнялись не одновременно. Поэтому для усвоения данных наблюдений была использована лишь небольшая часть из имевшихся архивных материалов. Для упрощения вычислений было принято предположение о локальной однородности поля ошибок, что позволило прогнозировать только дисперсии ошибок: закон пространственного убывания корреляционной функции ошибок был аппроксимирован экспоненциальной зависимостью.

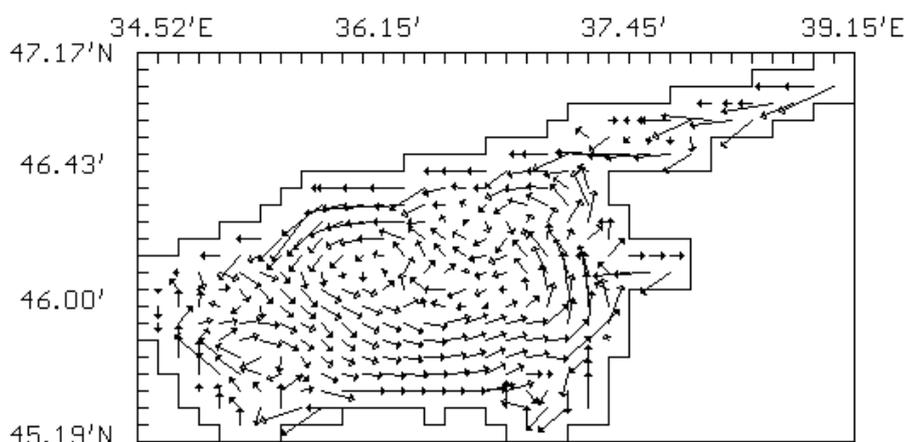


Рис. 2. Горизонтальные течения в Азовском море, рассчитанные по модели.

После выхода поля течений на стационарный режим были проведены эксперименты по слежению за полями концентраций на основе динамико-стохастической модели. Предполагалось, что один из источников загрязняющих веществ расположен на южной береговой границе моря, в районе Керченского пролива, другой - на северной, в районе г. Бердянска. На рис. 3 показана динамика распространения загрязняющей примеси: карты изолиний концентраций загрязняющих веществ через 1 сутки, 2 суток и 4 суток физического времени. Располагая подобными расчетами, нетрудно построить концентрации вредных для биоресурса веществ (в любой выделенной акватории моря) в зависимости от интенсивности загрязняющего производства, при заданной скорости самоочищения морской среды и контролируемой динамике водных масс.

Численные эксперименты с объединенной моделью природно-хозяйственного комплекса. Объединенная динамическая модель рассматриваемой системы "суша-море" отражала динамический баланс двух главных тенденций: потребления биоресурса, пропорционального выпуску морепродукта X_5 , и воспроизводства биоресурса X_{11} , которое зависит от уровня загрязнения X_{10} морской среды. Потребление биоресурса стимулировалось нормой прибыли I . С ростом потребления увеличивалась концентрация загрязняющих веществ в районах промысла. Экологические штрафы E понижали норму прибыли предприятия и ограничивали потребление им биоресурса в тех районах моря, где концентрация загрязняющих веществ оказывалась высокой.

Второй экономический рычаг управления промыслом представляет цепь:

X_5 - X_{11} - B_5 - R - X_4 . Повышенная ресурсная рента R существенно ограничивала потребление морепродукта в тех акваториях, где концентрация биоресурса оказывалась ниже допустимой нормы X_{11}^* . С этой целью в модели (7) было применено логическое условие:

$$R = IF (X_{11} > X_{11}^*; R; 10 R),$$

то есть, десятикратное увеличение стоимости потребляемого биоресурса в этих районах. С помощью рассмотренной выше динамико-стохастической модели моря отслеживалась фоновая динамика распределения загрязняющих веществ по его акватории, которая находилась под воздействием гидрометеорологических условий на поверхности моря, а также распреснения моря устьях рек, водообмена через Керченский пролив и других факторов. Поэтому уровень загрязнения морской среды являлся сложной функцией динамики водных масс и промысла биоресурса. Пространственные распределения концентраций биоресурса и концентраций загрязняющих веществ, рассчитываемые по модели, поступали на входы X_{10} и X_{11} модели (7) и служили источниками внешнего влияния на эти компоненты вектора состояния эколого-экономической модели.

Для проведения вычислительных экспериментов с моделью показатели степени экспонент подбирались с учетом взаимных корреляционных связей между отдельными полями, характеризующими природно-хозяйственный комплекс. Целью экспериментов были пространственные сценарии изменчивости осредненных по глубине распределений концентрации биоресурса и концентрации загрязняющих веществ в акватории Азовского моря. Результаты экспериментов показали воз-

возможность управления пространственными сценариями путем экономического регулирования потребления биоресурса и контроля за концентрацией загрязняющих веществ в акватории моря.

В качестве примера на рис. 4 а показано распределение концентраций загрязняющих веществ, полученное путем усвоения данных наблюдений с использованием модельного прогноза, показанного

на рис. 3 с. Для сравнения на рис. 3 в приведено поле солености, построенное при тех же условиях. Оба распределения получены при равномерном западном ветре, имевшем скорость 10 м/сек. Из сравнения этих распределений видно, что эффект загрязнения морской среды промышленным предприятием усиливает градиенты концентраций загрязнений у восточной границы моря.

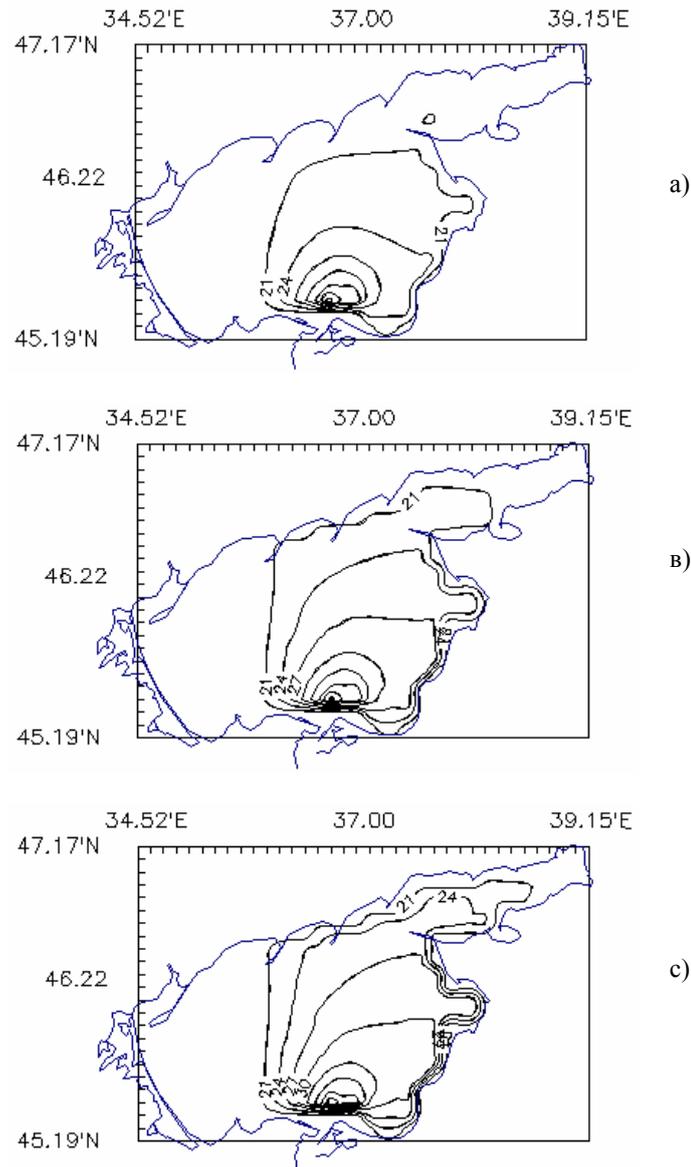


Рис. 3. Динамика распространения загрязняющих веществ от промышленного источника на южном берегу моря

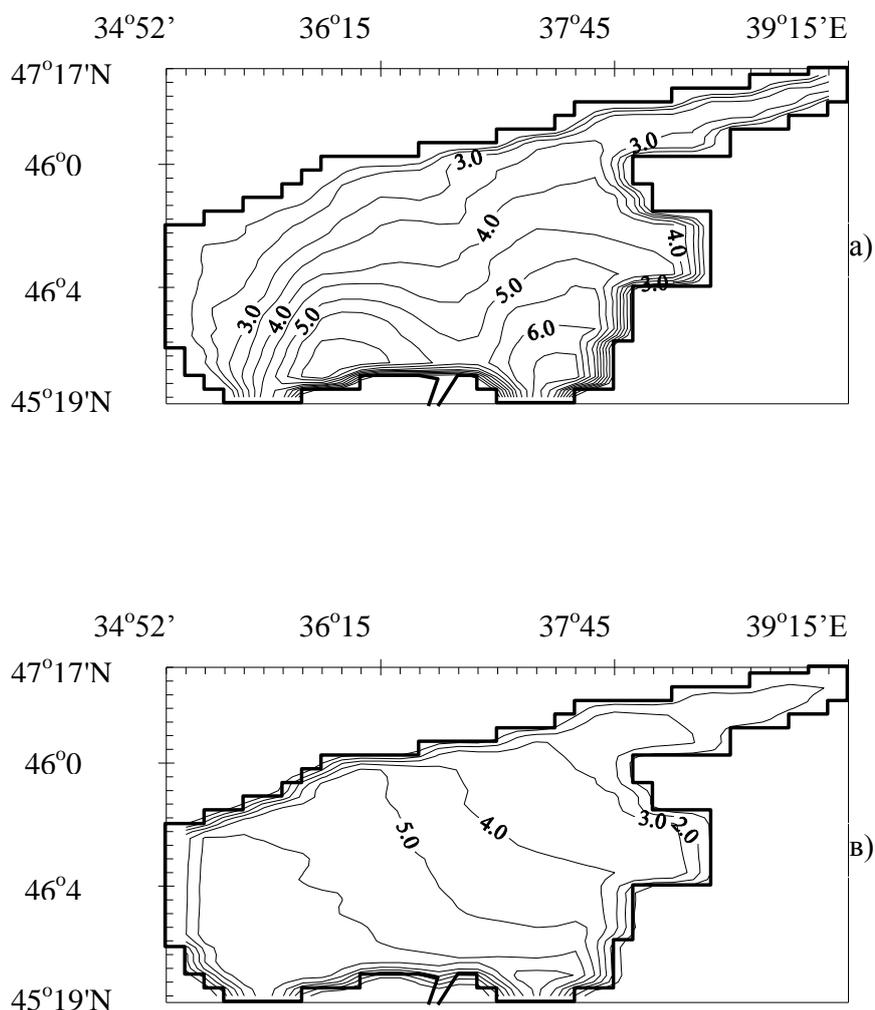


Рис. 4. Результаты четырехмерного анализа: а) поля концентрации загрязнений, в) поля солености.

На рис. 5 а – с представлены пространственные сценарии, связанные с потреблением биоресурса. На рис. 5 а приведены расчетные уровни рентабельности производства морепродукта с учетом его себестоимости. Из рисунка следует, что наиболее выгодным районом промысла является западная часть моря. Пространственное распределение биоресурса представлено на рис. 5 б. В этом вычислительном эксперименте в качестве дополнительного фактора, отрицательно влияющего на концентрацию биоресурса, было использовано поле солености, изоб-

раженное на рис. 4 б. Сценарий распределения концентрации биоресурса отражает общую тенденцию ухудшения экологической ситуации при движении от западной к восточной границе моря. Отрицательный эффект повышения концентрации загрязняющих веществ у восточного побережья, обусловленный действием западного ветра, оказался более сильным, чем положительный эффект уменьшения солености вод в этом районе. Поэтому в проведенных расчетах концентрация биоресурса в основном зависела от концентрации загрязняющих веществ.

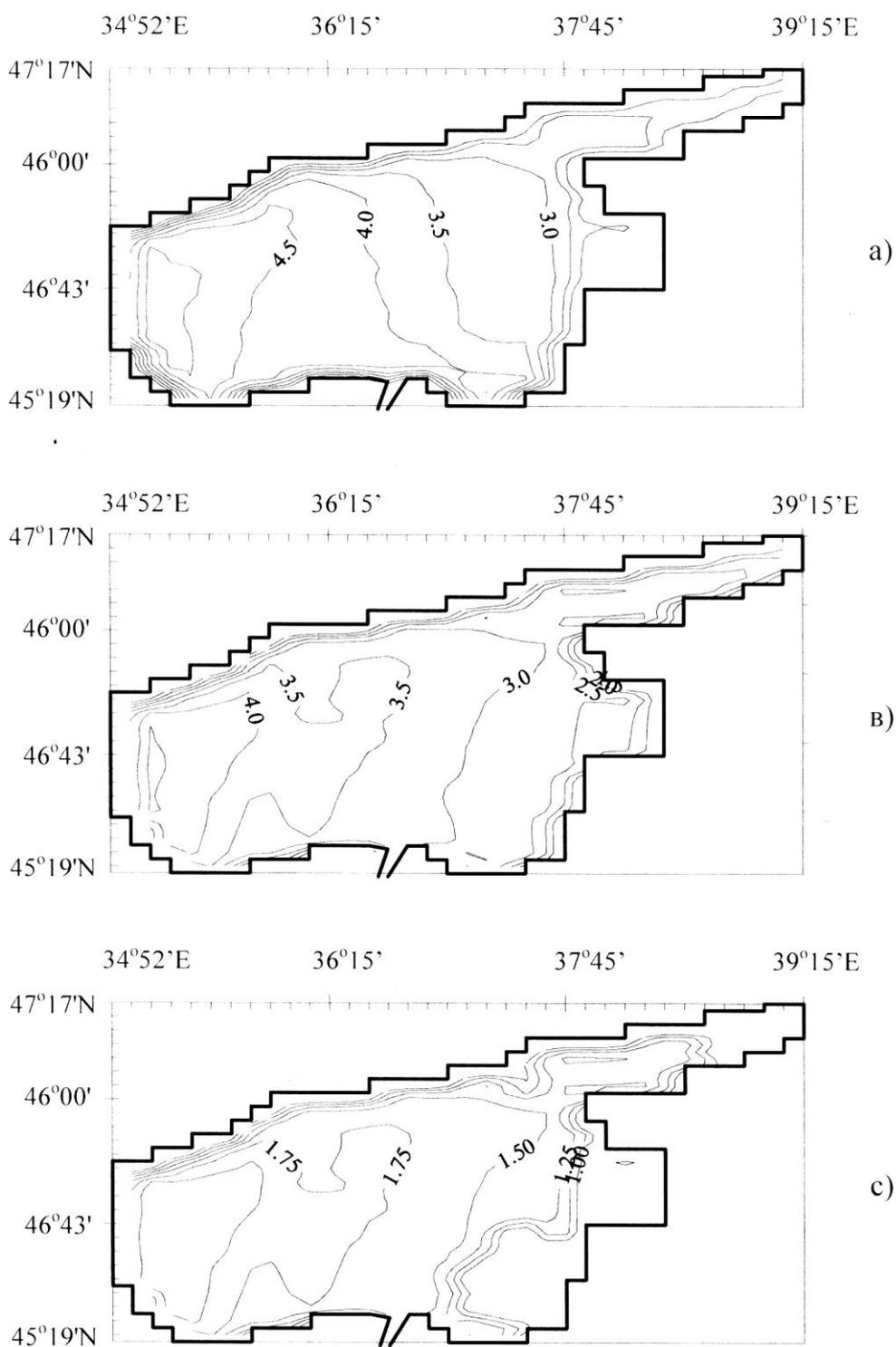


Рис. 5. Пространственные сценарии потребления биоресурса: а) показатель рентабельности, в) концентрация биоресурса, с) допустимые уровни потребления

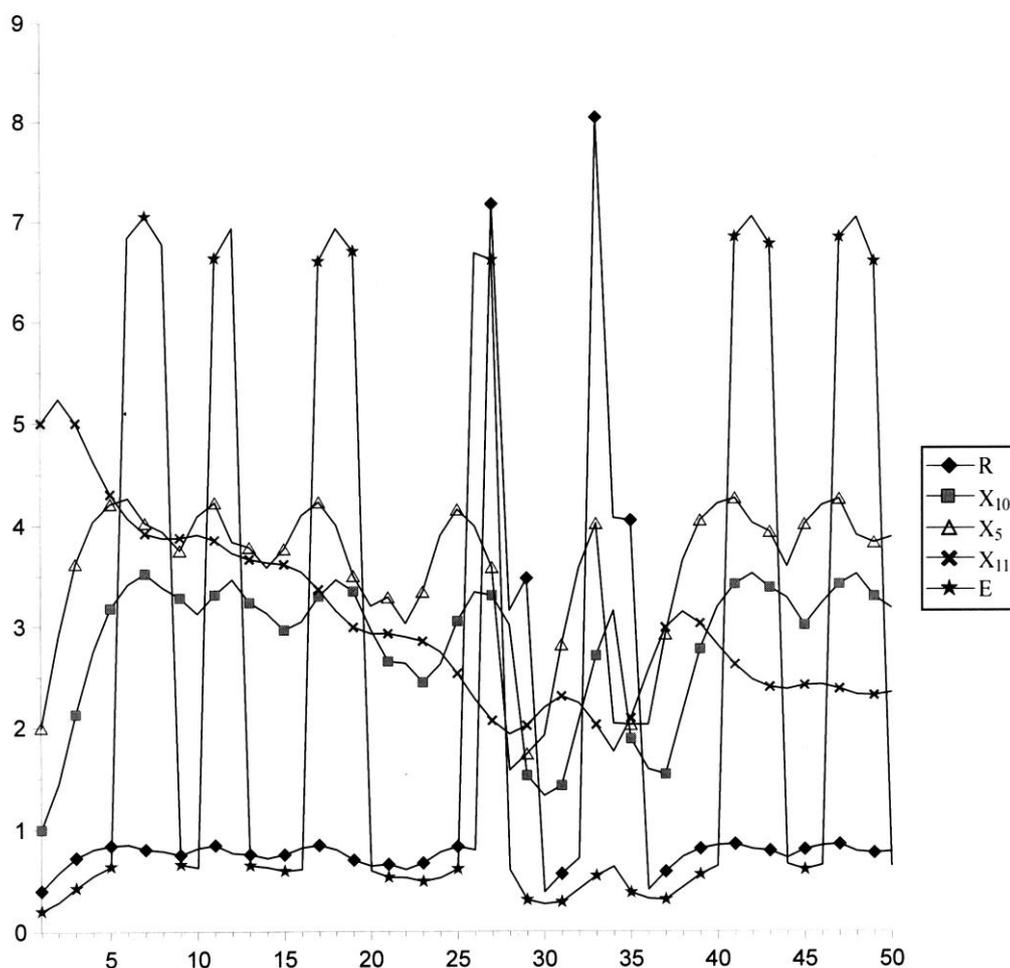


Рис. 6. Управление концентрацией биоресурса X_{11} и уровнем загрязнения X_{10} с помощью ресурсной ренты R и экологических штрафов E .

На рис.5 с приведены рассчитанные по модели возможные объемы потребления биоресурса (выпуска морепродукта). В качестве допустимой концентрации биоресурса была принята величина, равная 2.8 безразмерным единицам. Как отмечалось выше, X_5 - выпуск морепродукта стимулируется нормой прибыли, но ограничивается экологическим состоянием морской среды. Из рис. 5 с следует, что наилучшие условия для соблюдения эколого-экономического баланса в системе существуют в западной части моря.

Для того, чтобы проанализировать эффекты одновременного использования ресурсной ренты и механизма штрафных санкций за загрязнение природной среды, был проведен следующий эксперимент. Были установлены предельно допустимые уровни концентрации биоресурса $X_{11}^* = 2,1$ и загрязнений $X_{10}^* = 3,3$. и имитированы

случайные колебания спроса и сезонный ход концентрации биоресурса. Сценарии развития процессов в системе показаны на рис.6. Как следует из рисунка, баланс между интересами производства и интересами охраны природной среды заставляет периодически включать не только экологические штрафы, но и повышенную ресурсную ренту. Таким путем устанавливается коридор допустимых объемов потребления биоресурса. Концентрация биоресурса колеблется при этом возле установленного значения, а концентрация загрязнений не превосходит предельно допустимой величины.

Заключение. Для слежения за динамикой процессов в имитированном природно-хозяйственном комплексе была использована объединенная модель, которая содержала ДСМ морской среды, управляемую внешними гидрометеороло-

гическими условиями, и эколого-экономическую модель, построенную ABC методом. Как показали вычислительные эксперименты, подобные модели способны обеспечивать прогностические сценарии развития процессов в ПХК, которые, в свою очередь, позволяют контролировать экологическое состояние природной среды наряду с экономическими показателями потребления ее ресурсов.

Литература

1. Тимченко И.Е., Игумнова Е.М., Тимченко И.И. Системный менеджмент и ABC- технологии устойчивого развития. – Севастополь, "ЭКОСИ-Гидрофизика", 2000. – 225 с.
2. Тимченко И.Е., Игумнова Е.М., Солодова С.М. Управление природными ресурсами. Имитационная технология ABC AGENT. // Препринт. Севастополь, Изд. "ЭКОСИ-Гидрофизика", 2001. – 95 с.
3. Колмогоров А.Н. Интерполирование и экстраполирование стационарных случайных последовательностей. // Изв. АН СССР. Серия матем. – 1941 - 5, С.3-13.
4. Timchenko I.E. Stochastic Modeling of Ocean Dynamics // Harwood Acad. Publ. Chur- London-Paris-New-York, 1984. - 320 p.
5. Тимченко И.Е. Системные методы в гидрофизике океана. - Киев.: Наукова думка, 1988. - 180 с.
6. Тимченко И.Е., Игумнова Е.М., Прималенный А.А. Управление эколого-экономическими системами. Севастополь, Изд. "ЭКОСИ-Гидрофизика", 1999. – 180 с.

Анотація. І. Є. Тимченко, О. М. Ігумнова **Моделювання екогеодинаміки природничо-господарських комплексів.** Для дослідження за динамікою процесів в імітованому природно-господарчому комплексі було застосовано загальну модель, яка включала ДСМ морського середовища, із впливом зовнішніх гідрометеорологічних умов, та еколого-економічну модель, побудовану ABC методом. Запропоновані моделі здібні забезпечити прогностичні сценарії розвитку процесів у ПГК, які у свою чергу дозволяють контролювати екологічний стан природного середовища разом з економічними показниками споживання його ресурсів.

Ключові слова: природно-господарчий комплекс, моделювання.

Abstract. I. E. Timchenko, I. M. Igumnova The modeling of the ecogeodynamics of natural-economical systems. For tracking dynamics of processes in natural-economic complex (NEC) the incorporated model which contained DSM of sea environment, controlled by external hydrometeorological conditions, and the ecological-economic model constructed by a ABC-method has been used. As have shown the computing experiments similar to model are capable to provide prognostic scripts of development of processes in NEC which, in turn, allow to supervise an ecological condition of the natural environment alongside with economic parameters of consumption of its resources.

Key words: natural-economical complex, modeling.

Поступила в редакцію 21.01.2004 г.

УДК 911.52:51- 910.27:528.77(1-04)

Т.В.Бобра ✉

Изучение и картографирование геоэкотонов и экотонизации геопространства Крыма

Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского,
г. Симферополь, Украина

Аннотация. Рассмотрен вопрос формирования геоэкотонов разного происхождения, их роли в географической оболочке. Выявлена сущность процесса геоэкотонизации. Предложен и рассчитан для территории Крыма коэффициент антропогенной геоэкотонизации, с использованием ГИС-технологий построена карта степени геоэкотонизации территории Крыма.

Ключевые слова: геопространство, пространственная организация, геоэкотон, геоэкотонизации.

Географическая оболочка, ее внутренняя организация, происходящие в ней процессы, эволюционные изменения всегда были ключевыми вопросами, занимавшими исследовательский ум географов, биологов, геофизиков, ландшафтных экологов и пр.

Дифференциация геопространства происходит под действием внешних и внутренних факторов. При этом формируются геосистемы, отличные друг от друга по степени внутренней однородности-неоднородности: ядра типичности (как наиболее однородные образования) и граничные системы (как наиболее неоднородные).

В силу этого подход к изучению территориальной организации геопространства практически всегда укладывается в методологическую схему «центр-периферия». Подтверждением этого, как отмечает В.Л. Каганский, является использование близких по смыслу синонимических терминов: центр – метрополия – районообразующий узел – столица – фоку – ядро – ядро типичности; периферия – окраина – зона освоения – резервная территория – зона влияния – маргинальная зона – переходная зона; граница – барьер – рубеж – край – зона – экотон.

Вопросы, связанные с границами, переходными пространствами, экотонами в географической оболочке привлекали внимание отечественных географов еще с 50-60-х годов прошлого века. Они анализировались в работах Д.Л. Арманда [1], К.И. Геренчука [2], Э. Неефа [3], Т.А. Айзатулина [4, 5], А.А. Крауклиса [6], Ф.А. Максютова [7, 8], К.Н. Дьяконова [9,

10], Э.Г. Коломыца [11], И.И. Мамай [12], Ф.Н. Милькова [13, 14], В.Б. Сочавы [15], В.С. Преображенского [16], А.Ю. Ретеюма [17, 18, 19, 20], В.Л. Каганского [21, 22], В.Е. Шувалова [23], В.А. Бокова [24-26], В.С. Залетаева [27, 28, 29], В.М. Петлина [30], Т.В. Бобра [31].

В физической географии и ландшафтоведении пограничность чаще всего интерпретируется как взаимодействие и взаимопроникновение контрастных (по структуре, свойствам, функциям) природных тел, сред, покровов. Формирующиеся переходные граничные пространства (геоэкотоны) имеют специфическую структуру и отличаются повышенным биологическим и ландшафтным разнообразием, что обеспечивает им особую роль в географической оболочке.

Современный этап развития географической оболочки характеризуется тотальной антропогенизацией, уменьшением доли природных систем. Расширение действия антропогенного фактора превращает его в фактор динамики и эволюции ландшафтов не только в региональном, но и в планетарном масштабе.

Внедрение в ландшафт антропогенных (технических) объектов, площадные воздействия (орошение, осушение, распашка, выпас и т.п.) формируют новые ландшафтно-географические поля воздействия. Идет процесс формирования новых центров (ядер) и зон их влияния (периферии), что все более дестабилизирует природную среду, приводит к значительному увеличению мозаичности и контрастности территориальной структуры. В свою очередь, это сопровождается появлением но-

вых природно-антропогенных и антропогенных граничных геосистем (геозкотонов) разных пространственных масштабов, со специфическими свойствами, структурой и устойчивостью.

Расширение площадей различного рода переходных граничных систем определяет внешнюю сущность процесса **эко-tonизации** геопространства. Внутренняя сущность этого процесса состоит в уменьшении природного биологического и ландшафтного разнообразия, росте энтропии и понижении равновесия и устойчивости географической оболочки.

Географическая оболочка, подвергаясь значительным антропогенным изменениям, приобретает ряд новых качеств и свойств, что является объективной причиной необходимости изменения теоретико-методологической основы географической науки, характера исследовательских задач, системы подходов и методов. **Геозкотоны становятся основным объектом изучения современной географической науки.**

Конец 80-х начало 90-х годов 20 века было отмечено усилением интереса отечественных и зарубежных географов и экологов к изучению геозкотонов и процесса экотонизации. Это связано, во-первых, с высоким биологическим и ландшафтным разнообразием природных геозкотонов, их ведущей структурно-информационной ролью в ландшафте и приоритетом в природоохранных программах, во-вторых, с увеличением площадей антропогенных геозкотонов с характерным быстрым развитием в них деструктивных процессов, негативных эффектов и локальных экологических кризисов и необходимостью управления ими.

Природные геозкотоны представляют собой специфический тип геосистем, характеризующийся высокой пространственной плотностью информации и интенсивностью географических процессов массо-энергообмена, это сложные системы, в которых сочетаются явления разного уровня организации [31].

Геозкотоны характеризуются рядом специфических признаков и свойств, основными из которых являются высокие градиенты свойств, внутренняя неоднородность и функциональная связность как принцип их организации и выделения. В структуре геозкотонов присутствуют как элементы, принадлежащие граничащим

системам, так и специфические, характерные только для геозкотонов.

Геозкотоны в ландшафте определяют иерархическую структуру связей и взаимодействий между геосистемами в силу того, что влияют на направление и свойства латеральных вещественно-энергетических и информационных потоков, осуществляющих взаимодействия. Они создают структурно-функциональный и информационный каркас территории [31].

Геозкотонные системы более динамичны при воздействии внешних факторов. Как отмечает В.С. Залетаев [26, 27], повышенная активность экологических процессов обеспечивает геозкотонам особую важную роль в эволюционном процессе, особенно в развитии быстротекущих процессов адаптации и генезиса организмов, развитии спонтанной гибридизации и видообразовании.

Исследования геозкотонов и явления пограничности на разных пространственных уровнях показали, что они отличаются сложностью строения и структуры, имеют различный генезис, характерные особенности эволюции, динамики и функционирования.

Среди факторов, определяющих генезис геозкотонов, выделяются следующие: роль антропогенного фактора; пространственно-временная изменчивость ландшафтных компонентов; роль соседства и суперпозиция; влияние механизмов пространственной организации.

В типологической дифференциации геозкотонов по генезису велика роль антропогенного фактора. В зависимости от степени участия антропогенной деятельности в формировании геозкотонов и пространственной дифференциации в целом выделяют естественные, или природные, природно-антропогенные и антропогенные, или техногенные, геозкотоны.

К первому типу геозкотонов можно отнести те, которые сформировались по природным законам ландшафтной организации территории, но на фоне слабо выраженных косвенных антропогенных воздействий, степень участия которых в формировании геозкотонов не превышает 5%.

Природно-антропогенные геозкотоны формируются лишь при частичном участии природных процессов ландшафтной дифференциации. Доля антропогенного фактора в формировании подобных геозкотонов достигает 60%. Геозкотоны природно-антропогенного происхождения об-

разуются в местах контакта естественных геосистем и территорий выпаса скота, вырубок леса, частичной распашки, зон искусственного орошения, сельскохозяй-

ственной мелиорации, чаирной системы садоводства, нерегулируемого туризма и рекреации и т.п.



Рис. 1. Генетическая классификация геоэкозона

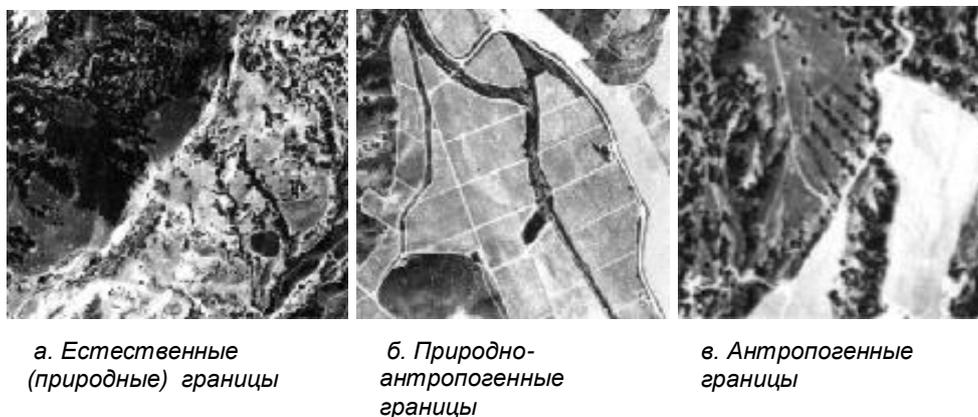


Рис.2. Геоэкозона с разной степенью участия антропогенного фактора в их генезисе (юго-восточный горный Крым, фрагмент)

Так, например, в юго-восточном Крыму особенно ярко этот процесс проявляется в районах, примыкающих к долине реки Отузка на западе; в окрестностях пос. Щebetовка на севере и пос. Коктебель на востоке. Подобного рода геоэкозона сформировались на контакте естественных геосистем и сельскохозяйственных угодий в нижней части южных и северных склонов г. Балалы-Кая, ур.Монастырчик, северные склоны г.Легенер и г.Сюрю-Кая.

На рисунке 2б показаны природно-антропогенные геоэкозона, формирующиеся на контакте заповедных ландшафтных комплексов хр. Балалы-Кая и сельскохозяйственных угодий (виноградники) на пролювиальных террасах балки Беш-Таш. Причем воздействия со стороны природно-антропогенных систем носит ярко выраженный линейный характер, т.е. локализованы вдоль линии контакта. Про-

странственный рисунок геоэкотонизации имеет линейно-полосчатый вид.

Вектор глубины воздействий при этом также может различаться: а) короткий – при механическом воздействии, вспашке, планировании, выравнивании, ограждении и т.д.; б) средний – при вытаптывании, ветровом переносе веществ, микроклиматических процессах на опушках и т.д.; в) длинный – при геохимических миграциях веществ, изменении гидрологических характеристик, биоценологических трансформациях и миграциях животных и т.д.

В основе возникновения природно-антропогенных геоэкотонов нередко лежат процессы воздействия из локализованного в точке или на ограниченной территории источника. В этом случае пространственный рисунок формирующихся геоэкотонов носит радиально-концентрический характер. Масштабы проявления и степень контрастности подобных геоэкотонов зависит от интенсивности и длительности воздействия.

Антропогенные, или техногенные, геоэкотоны формируются как зоны влияния техногенных объектов. Время их существования и пространственный рисунок полностью определяется спецификой техногенного объекта. Примерами таких геоэкотонов могут служить зоны влияния населенных пунктов, крупных объектов промышленного и гражданского строительства, а также дороги, линии электропередачи, линейные гидротехнические и гидромелиоративные сооружения с зонами их влияния и пр. (см. рис.2в).

Пространственный анализ структуры землепользования в Крыму позволил выявить и оконтурить «свободные» от прямого антропогенного использования территории: объекты природно-заповедного фонда, незанятые под сельскохозяйственные нужды земли, лесные массивы. Так, площадь естественных ландшафтов и неиспользуемых земель составляет 25-30%; площадь, занятая сельскохозяйственными угодьями - 60%; площадь, занятая объектами активной рекреации – 20%. Соотношение функционально различных территорий значительно колеблется по отдельным регионам Крыма: в горной части естественные ландшафты занимают около 60-70% территории, в предгорной – 30-40%, в равнинной степной – 10-20 % (причем 5-10% в центральной части), в низменной степной (Присивашье) – 15-20%.

В пределах территориальных единиц землепользования (операционные единицы анализа) был рассчитан количественный показатель – отношение площади незанятых земель к площади операционной единицы анализа (хозяйства, лесхоза и т.п.), изменяющийся в пределах от 0 до 1. С некоторой долей условности этот показатель можно назвать *коэффициентом антропогенной геоэкотонизации*.

Составленная база данных и возможности Arc View Spatial Analysis позволили провести пространственную интерполяцию с использованием сплайн-функции, последующую экстраполяцию данных и визуализировать результаты, получив карту степени антропогенной геоэкотонизации территории Крыма (рис. 3). В большей степени процессом антропогенной геоэкотонизации (коэффициент – 0.05-0.2) охвачены: территория центральной части равнинного Крыма, Присивашья (это связано с интенсивным сельскохозяйственным использованием, распашкой, влиянием Северо-Крымского канала); предгорье (здесь сосредоточена большая часть крупных городов, высокая степень сельскохозяйственной освоенности речных долин); территория южного побережья от Севастополя до Судака. Локальными центрами геоэкотонизации выступают крупные города с зонами воздействия (Керчь, Севастополь, Симферополь, Евпатория, Феодосия). Наименьшие показатели геоэкотонизации отмечаются в горном Крыму (0.8-1.0), на Тарханкутской возвышенности (0.5-0.7), северном (0.7-0.9) и южном (0.5-0.7) побережье Керченского полуострова, а также в восточном южном побережье от Судака до пос. Коктебель (0.7-0.9).

Таким образом, территория Крыма в значительной степени охвачена процессом геоэкотонизации, который на современном этапе определяется, главным образом, действием антропогенного фактора. Повсеместное развитие процесса антропогенной геоэкотонизации снижает экологическую устойчивость территории региона, дестабилизирует окружающую среду. Необходимость более глубоко изучения антропогенных геоэкотонов, их структуры и взаимодействий, а также самой сущности процесса геоэкотонизации, его составляющих и тенденций развития очевидна, поскольку является необходимым условием управления устойчивым развитием региона.

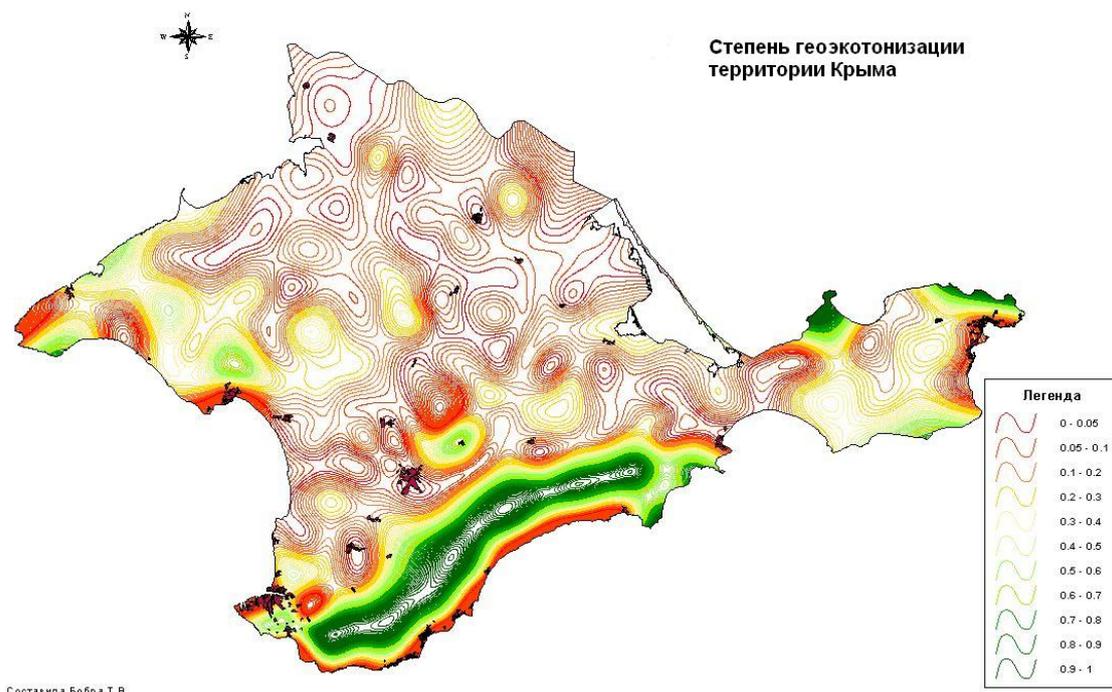


Рис. 3. Степень экотонизации территории Крыма

Литература

1. Арманд Д.Л. Происхождение и типы природных границ // Известия ВГО, 1955. - Т. 87. - Вып. 3.
2. Геренчук К.И. Опыт определения границ географических комплексов / Географический сборник. - Львов: Изд-во Львовского ун-та, 1961. - Вып. 6. - С. 15-28.
3. Нееф Э. Теоретические основы ландшафтоведения. - М.: Прогресс, 1974. - 220 с.
4. Айзатулин Т.А., Лебедев В.Л., Суетова И.А., Хайлов К.М. Граничные поверхности и география океана // Вестник МГУ. География. - 1976. - № 3. - С. 25-34.
5. Айзатулин Т.А., Лебедев В.Л., Хайлов К.М. Океан. Активные поверхности и жизнь. Л.: Гидрометеиздат, 1979. - 191 с.
6. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. - Новосибирск: Наука, 1979. - 231 с.
7. Максютов Ф.А. Проблемы барьерогенных ландшафтов. - Уфа: Изд-во Башкир. ун-та, 1979. - 87 с.
8. Максютов Ф.А. Барьерогенные ландшафты СССР. - Саратов: Изд-во Саратов. Ун-та, 1981. - 186 с.
9. Дьяконов К.Н. Информационный подход к анализу организации геосистем в зоне влияния осушительных мелиораций // Вопросы географии. - 1985. - № 16. - С. 150-165.
10. Дьяконов К.Н., Касимов Н.С., Тикунов В.С. Современные методы географических исследований. - М.: Просвещение, 1996. - 207 с.
11. Коломыйц Э.Г. Ландшафтные исследования в переходных зонах. - М.: Наука, 1987. - 118 с.
12. Мамай И.И. Границы ландшафтов // Вестник Моск. ун-та. - Сер. 5. География. - 1978. - № 1. - С. 27-33.
13. Мильков Ф.Н. Свободные поля и проблема динамики в физической географии // Вестник МГУ. - География. - 1981. - № 6. - С. 41-46.
14. Мильков Ф.Н. Ландшафт как пятимерная парадинамическая система // Известия ВГО. - 1984. - Вып. 4. - С. 311-316.
15. Сочава В.Б. Проблемы физической географии и геоботаники. Избранные труды. - Новосибирск: Наука, 1986. - 343 с.
16. Преображенский В.С., Александрова Т.Д., Куприянова Т.П. Основы ландшафтного анализа. - М.: Наука, 1988. - 190 с.
17. Ретеюм А.Ю. О геокомплексах с односторонним системообразующим потоком вещества и энергии // Изв. АН СССР. - Сер. географ., 1971. - № 5. - С. 122-128.
18. Ретеюм А.Ю. Физико-географическое районирование и выделение геосистем // Вопросы географии. - М.: Мысль, 1975. - № 98.
19. Ретеюм А.Ю., Серебрянный Л.Р. География в системе наук о Земле // Итоги науки и техники. Теоретические и общие вопросы географии. - М.: ВИНТИ, 1985. - Т. 4. - 203 с.
20. Ретеюм А.Ю. Земные миры. - М.: Мысль, 1988. - 268 с.
21. Каганский В.Л. Географические границы: парадоксы и противоречия // Географические границы. - М.: Изд-во МГУ, 1982. - С. 7-9.
22. Каганский В.Л. Граница как позиция и предмет понимания // Понимание как усмотрение и построение смыслов. - Тверь, 1996. - 220 с.
23. Шувалов В.Е. Географические границы как фактор районирования / Географические границы. - М.: Изд-во МГУ, 1982. - С. 33-38.

24. Боков В.А. Пространственно-временные основы геосистемных взаимодействий: Автореф... доктор. дисс. – Симферополь, 1989.
25. Боков В.А., Иванов Ю.Б., Бобра Т.В. Соотношение градиентов и экспозиционных различий геосистем на разных пространственных уровнях. – Киев, 1991. – 24 с. Деп. в УкрВИНИТИ 01.04.91 г., № 408-Укр91.
26. Боков В.А., Бобра Т.В., Лычак А.И. Картографирование ландшафтных границ // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана: Тем. сб. научн. работ. – К.: УМК ВО, 1997. – Вып. 9. – С. 11-14.
27. Залетаев В.С. Структурная организация экотон в контексте управления // Экотон в биосфере. – М.: Россельхозакадемия. – С. 11-30.
28. Залетаев В.С. Актуальные проблемы изучения экотон // Экотон в биосфере. – М.: Россельхозакадемия. – С. 5-11.
29. Залетаев В.С. Экотонные экосистемы как географическое явление и проблема экотонизации биосферы // Современные проблемы географии экосистемы. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – С.53-55.
30. Петлин В.Н. Закономерности организации ландшафтных фаций (на укр. яз.). – Одесса: Маяк, 1998. – 236 с.
31. Бобра Т.В. Ландшафтные границы: подходы к анализу и картографированию. – Симферополь: Таврия-Плюс. – 165 с.

Анотація. Т.В. Бобра вивчення і картографування геоекотонів і геоекотонізації. Розглянуто питання формування геоекотонів різного походження, їхньої ролі в географічній оболонці. Виявлено сутність процесу геоекотонізації. Запропоновано і розраховано для території Криму коефіцієнт антропогенної геоекотонізації, побудована карта ступеня геоекотонізації території Криму.

Ключові слова: геопространство, просторова організація, геоекотон, геоекотонізації

Abstract. T.V. Bobra Analysis and mapping of geocotones and geocotonetion of geospace. The problem of formation of geocotones of a miscellaneous parentage, their role in a geographic shell(envelope) is reviewed. The nature of process geocotonetion is detected. Is offered and the factor anthropogenic geocotonetion is counted for terrain of Crimea, the card of a degree geocotonetion of terrain of Crimea is constructed.

Key words: geospace, spatial organization, geocoton, geocotonization.

Поступила в редакцию 17.03.2004 г.

УДК 577.1

Б. М. Владимирский

Влияет ли «космическая погода» на общественную жизнь?

Крымская астрофизическая обсерватория, п. Научный

Аннотация. Отмечается, что публикации последних лет определенно подтверждают тезис об особой важности нового экологического фактора – вариаций фоновых электромагнитных полей в среде обитания. Некоторые из этих вариаций определяются изменениями космической погоды и носят глобальный характер. Такие изменения, как следует из публикаций по социо-культурной динамике, влияют на человеческую психику и могут модифицировать индивидуальное и коллективное поведение. Вероятно, с вариациями электромагнитных полей может быть отождествлен постулированный А.Л.Чижевским «фактор, модифицирующий коллективное поведение», обеспечивающий приуроченность социальных кризисов – революций к эпохам максимумов солнечной активности. Данные экспериментальных исследований, указывающие на модификацию поведения животных при воздействии на них некоторых сложных электромагнитных сигналов, находят подтверждение и энергичном развитии. Большой интерес представляют данные, касающиеся статистики по динамике религиозной жизни.

Ключевые слова: космическая погода, биосферная динамика, социальные процессы.

Введение

В экологии на наших глазах произошло важнейшее событие – открыт принципиально новый экологический фактор: природные электромагнитные поля (ЭМП). Пока что масштабы этого открытия явно недооцениваются. Только в отдельных учебниках оно нашло отражение [1]. Многим покажется непомерным преувеличением утверждение о том, что ЭМП – гораздо более важный экологический параметр, нежели классические переменные – температура, влажность, барометрическое давление. Так обстоит дело по нескольким очевидным причинам. Исследование экологической роли ЭМП – проблема междисциплинарная. Оказалось, что для всех частных наук, призванных заниматься этой проблемой, обнаружение чувствительности биологических систем к сверхслабым ЭМП было полной неожиданностью. Физики рассматривали ЭМП среды обитания отчасти как радиопомехи, отчасти – как интересный круг явлений геофизики-космофизики, никак не связанный с биологией. По сей день мониторинг этих ЭМП проводится в очень немногих пунктах, данные не публикуются, нет удобных для применения на практике соответствующих индексов. В биофизике неионизирующих излучений модельные представления о механизмах действия

слабых ЭМП на биосубстрат только совсем недавно приобрели характер количественных гипотез [2]. Можно констатировать, что полного и ясного понимания природы этого механизма пока не достигнуто. В коммунальной гигиене вопрос о биологическом действии ЭМП индустриально-технического происхождения стал предметом не только борьбы мнений, но борьбы интересов мощных транснациональных корпораций. Исследователи, разрабатывающие проблемы «биофизики микродоз действия различных физических и химических агентов», похоже, не всегда отдают себе отчет о последствиях своих удивительных открытий для экологии. И так далее.

Цель настоящей статьи, носящей характер краткого обзора, – обратить внимание экологов на одно в высшей степени важное свойство нового параметра: ЭМП в глобальном масштабе влияют на человеческую психику на индивидуальном и популяционном уровнях; это означает, что в среде обитания на самом деле имеется агент, оказывающий воздействие на широкий круг общественных явлений. Такой вывод для многих читателей покажется, видимо, экстремистским или чересчур смелым. Он идет вразрез с устоявшейся традицией европейской философской мысли о полной самодостаточности соци-

альных явлений, их изоляции от Природы. Согласно этой традиции, признавалось абсолютное превосходство Истории над всем сущим. История мыслилась как разыгрывающаяся во времени общественная драма. Как сказал А. Камю, «природа превратилась (при этом) всего лишь в декорацию этой драмы» [3]. Данные и наблюдения, изложенные ниже, показывают, что благодаря существованию биологических детерминант поведения человека, вследствие наличия такого экологического параметра как ЭМП, Природа, на самом деле, активно вмешивается в социальные процессы. Масштабы этого вмешательства, конечно, еще предстоит исследовать, но сейчас они представляются весьма серьезными.

Прежде чем переходить к изложению накопленных данных и наблюдений, полезно кратко суммировать самые общие сведения об ЭМП среды обитания.

Природные электромагнитные поля

Геофизические поля, о которых здесь идет речь, известны давно и обстоятельно изучены. Биосфера (и, конечно, человечество со всеми его социально-психическими явлениями) располагаются в сферической полости, образуемой двумя высокопроводящими поверхностями: поверхность Земли (океана) – особый слой атмосферы (ионосфера). Эта полость представляет собой конденсатор – верхняя пластинка заряжена (плюс) относительно нижней (минус), так что мы всегда живем в электрическом поле. Конденсатор пронизан силовыми линиями магнитного поля – на северном географическом полюсе располагается южный магнитный полюс (и наоборот). Конденсатор представляет собой одновременно волновод, где всегда существует фон радиоволн низких частот ($<10^6$ Гц). Запертое в полости радиоизлучение «подпитывается» тремя основными источниками: во-первых, шумит сама атмосфера, в ней все время происходят молниевые разряды (около 100 в секунду во всей полости), излучают циклоны, атмосферные фронты, излучает волнуемая поверхность моря [4]. Во-вторых, есть составляющая литосферного происхождения. Напряженный грунт все время «потрескивает», излучая импульсы. В очаге будущего землетрясения многие месяцы бушует «местная» магнитная буря [5]. Наконец (в третьих), через ионосферу «просачивается» сверху

(из магнитосферы) ЭМП космического происхождения. Сложный и многообразный мир магнитосферных электромагнитных излучений [6,7] теперь известен и для других планет. Вариации этих ЭМП обладают важной особенностью – они носят глобальный характер и контролируются «космической погодой» – совокупностью динамических процессов, протекающих на Солнце и в межпланетной среде. Этот контроль реализуется по двум каналам, в значительной степени независимым: через вариации солнечного коротковолнового излучения, действующие на электрическую проводимость ионосферы; через вариации параметров солнечного ветра, влияющие на излучение очень длинных радиоволн магнитосферой. Механизмы, через посредство которых космическая погода контролирует ЭМП среды обитания, физически понятны. С ними можно познакомиться, обратившись к соответствующим учебникам и справочникам [8,9]. Тесная связь показателей космической погоды с изменениями наземных ЭМП позволяет использовать для индикации этих полей в среде обитания классические индексы солнечной активности и геомагнитной возмущенности (ниже используются в основном числа Вольфа и индексы магнитной активности aa и Ap).

ЭМП, в которые «погружена» биосфера, характеризуют частотным спектром, его динамикой и пространственным распределением. Все эти характеристики подробно исследованы. Характерной особенностью спектра является рост амплитуды колебаний в сторону низких частот (миллигерцы). Для этого диапазона (так называемые микропульсации геомагнитного поля) соотношение между векторами электрического и магнитного полей не такое, как в классической электромагнитной волне, эти колебания рассматриваются отдельно. Для магнитного поля невозмущенная амплитуда колебаний в упомянутом диапазоне составляет 0,5-10 нТл. В спектре наблюдаются некоторые дискретные максимумы – резонансы. Возможно, самый интересный из них соответствует собственной частоте волновода-конденсатора – 8 герц. Спектр очень изменчив во времени: для данного пункта измерений ночью он иной нежели днем (в подобных вариациях есть и всякие другие космические циклы); громадные изменения – для некоторых частотных полос – многие сотни раз – происходят при

наступлении магнитных бурь, при переходе от 11-летнего цикла максимума солнечной активности к ее минимуму. Все подобные изменения, как правило, пространственно неоднородны. Амплитуда геомагнитных микропульсаций растет с увеличением широты. Определенные особенности ЭМП наблюдаются для зон максимальной повторяемости полярных сияний, регионов, где имеют место геомагнитные аномалии (статического поля), либо располагаются геологические разломы.

Солнечная активность и психика

В том, что касается глобальных вариаций ЭМП, их биологическое действие сейчас доказано множеством наблюдений и экспериментов. Эти исследования являются продолжением известных работ А.Л. Чижевского [10]. Они подробно рассматриваются в [11], где представлена и соответствующая библиография. Здесь особенно важно подчеркнуть, что в лабораторных (количественных) экспериментах некоторые хорошо воспроизводимые биологические эффекты наблюдаются при напряженностях переменных электрического и магнитного полей, которые совсем немного отличаются от возмущенных естественных (например, $\approx 0,1 \text{ нТл}$ на частоте 4 Гц).

Если ЭМП воздействует на многие физиологические и биохимические показатели организма, то нет ничего удивительного, что они влияют и на психику. Уже давно было обнаружено, например, что возмущения ЭМП сопровождаются возрастанием риска суицида. Недавно этот вывод был еще раз подтвержден при изучении статистики Финляндии 1920 - 1996 г.г. [12]: оказалось, что в 11-летнем цикле солнечной активности рост числа случаев наиболее выражен на фазе подъема активности и в эпоху максимума. Еще один давний аргумент в пользу реальности влияния изменения солнечной активности (возмущений ЭМП) на психику – присутствие «космических периодов» - 11 лет, 27 ± 2 суток в статистике психиатрии. Для дальнейшего рассмотрения проблемы существенно, что в таком заболевании как маниакально-депрессивный психоз, переход в маниакальную стадию имеет место в эпохи высокой геомагнитной возмущенности. Эта закономерность помогает понять, почему к эпохам высокого уровня солнечной активности (гео-

магнитной возмущенности) приурочены всплески творческой продуктивности в искусстве и исследовательской работе: переходы «депрессивное состояние» - «маниакальное состояние» - удел подавляющего большинства творческих личностей; никто не создал, не сотворил ничего достойного в период депрессии. Недавно было обнаружено, что подобные «творческие взрывы», наблюдаемые на уровне популяции и совпадающие с особыми эпизодами изменений солнечной активности, имеют впечатляющие масштабы [13]. Оказалось, что возрастание творческой продуктивности в Европе в эпоху Возрождения (первая треть 16 в.) и в «эпоху гениев» (середина 17в.) сопровождалось творческими подъемами в Китае, хотя культурная эволюция этих регионов протекала в это время независимо.

Конечно, влияние космической погоды через посредство возмущений ЭМП в среде обитания на психику не сводится к смене упомянутых выше состояний депрессивное-маниакальное. Это следует, в частности, из исследований социодинамики культуры. Выяснено, что в смене стилевых особенностей архитектуры, музыки, поэзии имеют место циклические вариации, синхронные так называемым «волнам Кондратьева» - глобальным вариациям мировой экономической конъюнктуры с периодом 55 ± 5 лет [14]. Преобладание в определенную эпоху «аналитических», либо «синтетических» стилевых черт связывают с доминированием в эту эпоху «левополушарного» или «правополушарного» типов общественного сознания (более подробное обсуждение этих идей см. в [11]). Доказано, что «волны Кондратьева» синхронны с экстремальными точками вариаций солнечной активности. Поэтому с вариациями солнечной активности синхронны и макроритмы смены упомянутых типов сознания. Расцвет литературы «привязан» к эпохе доминирования «левополушарного» аналитического стиля [15]. Поэтому и «пульсации» интенсивности литературной жизни происходят «в такт» с вариациями чисел Вольфа.

Имеются наблюдения, показывающие связь работы психики не только с периодическими изменениями космической погоды – ЭМП, но и отдельными спорадическими (т.е. следующими во времени по случайному закону) крупномасштабными возмущениями. Замечательным приме-

ром является связь с магнитными бурями случаев так называемого «полтергейста» [16]. Как известно, в этих странных и загадочных происшествиях всегда возникает подозрение на причастность к зафиксированным «чудесам» человека – члена данного коллектива. В цитированной работе анализировался документальный каталог случаев 1900-1967 г.г. День наступления эпизода использовался как репер (нулевой день) в методе наложения эпох ($\pm 7^d$). Оказалось, что индекс α достоверно ($p < 10^{-4}$) выше в «нулевой» и «плюс первый» дни, причем результат не зависит от географического региона и не изменяется во времени (хотя уклад и стиль жизни в начале века и после второй мировой войны изменились кардинально). Получается, что возмущение ЭМП стимулирует человека, находящегося в пограничном состоянии, на определенные поступки?

Революция и война

Знаменитая историко-метрическая работа А.Л.Чижевского «Физические факторы исторического процесса» (1924 г.) в последние годы вновь привлекла к себе внимание [17-19]. Это, несомненно, обусловлено в первую очередь тем, что получили независимое подтверждение его эмпирические статистические результаты. За последние без малого 300 лет все известные «нарушения социальной стабильности снизу» (более точное определение «революции») приходится, действительно, на годы максимума солнечной активности ($P < 10^{-3}$). В стандартном сценарии революции (предложенным в свое время крупнейшим социологом 20-го века П.А. Сорокиным) фигурируют следующие узловые моменты:

- подавление данным политическим режимом важнейших врожденных (базовых) программ поведения значительной части популяции;

- кризис власти – отсутствие в данный момент на вершине общественной пирамиды людей умных, образованных и решительных.

В данном случае единственным пунктом, где возможна «привязка» к вариациям солнечной активности, является экономика: экономическая разруха – бесспорно, затрагивает важнейшие базовые инстинкты. Как уже упоминалось, глобальная экономическая ритмика – 55-летние волны Кондратьева – синхронизирована с солнечной активностью. Но с ос-

новым историческим периодом - 11 лет – дело обстоит сложнее. Фазовое соотношение между циклическим изменением некоторого экономического показателя и космофизическим индексом для этого периода не являются универсальным, оно отличается от одного региона к другому. Например, для средневековой Англии цены на пшеницу были выше в годы минимумов солнечной активности [20], так что по чисто экономическим причинам социальная напряженность близ эпох максимумов в данном случае не могла бы возрасти. Получается, что объяснения корреляции «наступления революции – усиление солнечной активности» требуется дополнить сценарий Сорокина еще одним положением: появление в среде обитания агента, модифицирующего коллективное и индивидуальное поведение. А.Л. Чижевский (не знавший ничего о модели революции Сорокина) именно так и поступил. Он постулировал существование особого фактора, контролируемого солнечной активностью и влияющего на поведение (в тексте доклада, подготовленного в 1929 г., говорилось так: «... периодичность распределения во времени массовых исторических событий является следствием периодических усилений и ослаблений в электромагнитной и радиоактивной деятельности Солнца, связанной с появлением и исчезновением пятен...»)[21]. Сегодня есть серьезное основание отождествлять этот загадочный агент с рассматриваемым здесь новым экологическим параметром – природными ЭМП.

Самым убедительным аргументом в пользу такого отождествления были бы результаты экспериментов в лаборатории: модифицируются ли поведение подопытных биообъектов после воздействия на них электромагнитных сигналов, аналогичных естественным возмущениям ЭМП? Экспериментаторами накоплено множество наблюдений, свидетельствующих о высокой чувствительности нервной системы к ЭМП (см., например, [22]). Но только совсем недавно были проведены прямые опыты [23]: сенсibilизированные к действию ЭМП крысы на протяжении 24 суток ежедневно подвергались близ полуночи часовому воздействию переменным магнитным полем с весьма сложным рисунком вариаций; средние значения индукции находились в пределах 20-500 нанотесла; при наблюдениях над поведением животных систематиче-

ски фиксировалось число различных поведенческих актов, включая агрессию. Обработка измерений позволила авторам сделать следующий вывод: групповая агрессия крыс может быть усилена или ослаблена действием ЭМП в зависимости от некоторых их морфологических и динамических характеристик. Эти же авторы обнаружили у подобных подопытных животных возрастание актов агрессии с увеличением геомагнитной возмущенности [24,25].

Скептики, конечно, могли бы предъявить авторам цитированных работ целый ряд критических замечаний. Например, насколько близки по своим параметрам применяемые в опытах переменные магнитные поля реальным естественным вариациям? И общий вопрос, – до какой степени законно переносить закономерности, найденные в наблюдениях над животными, на человека? Эти и другие подобные вопросы не позволяют пока сделать окончательного заключения. Но можно констатировать, что предположение об ЭМП как агенте, модифицирующем поведение и стимулирующем наступление кризисной ситуации, выглядит теперь гипотезой вполне правдоподобной и серьезной. Коль скоро близ максимума солнечной активности в популяции увеличивается число маниакально настроенных людей (это и есть партийные фанатики, параноидально уверенные в своей правоте), увеличивается число актов агрессивного поведения, усиливается нетерпимость, резко нарушаются традиционные механизмы установления социальных иерархических структур. В политическую жизнь оказываются выдвинутыми лица с патологическими чертами характера – предельно тщеславные и жестокие, параноидально идейно убежденные и аморальные.

Размышляя над результатами своих экспериментов, цитированные авторы, естественно, обратили внимание на статистику вооруженных конфликтов. Нет ли в этой статистике указаний на возрастание элементов агрессивного поведения при увеличении магнитной активности? Был использован всемирный каталог военных столкновений 1904-1950 г.г. (среднегодовое значение $8,8 \pm 7,5$), числа Вольфа, индекс aa и мера выхода сейсмической энергии в целом по планете. Оказалось, что число конфликтов в годы повышенной магнитной активности дей-

ствительно возрастает [26]. Этот результат уместно сравнить с динамикой индекса военной активности Р. Уилера (обсуждается в [11]). В нем представлены важнейшие периоды магнитной возмущенности, в том числе – 11 летний цикл, его удвоенное значение и период «волн Кондратьева» 53,5 года. В рамках всех этих соображений, которые здесь обсуждаются, возмущения ЭМП должны быть связаны с интенсивностью военных действий, но для уверенного выявления этой связи необходимо применить более совершенную методику. В частности, сейсмическая активность сопровождается значительным усилением электромагнитной эмиссии литосферного происхождения, но соответствующие эффекты в социально-психологической среде следует изучать с учетом пространственной неоднородности этих ЭМП – отдельно по регионам, принимая во внимание сейсмическое районирование.

Динамика религиозных переживаний

Об этих удивительных закономерностях стало известно сравнительно недавно, и они пока изучены мало. Э. Дьюи [27] рассказал о наблюдениях пастора Г.Э.Мартина, обнаружившего, что в общинах его конгрегационалистской церкви, расположенных далеко друг от друга на территории США, число членов варьирует синхронно. Далее оказалось, что для других церковных объединений протестантского толка имеет место та же закономерность: если число прихожан возрастает в данный год заметным образом в Методистской церкви, то аналогичный эффект отмечается для Пресвитерианской и Епископальной церквей. В динамике этих изменений имеется некоторая ритмичность (для пополнения приходов Пресвитерианской церкви 1826-1948 г.г. наблюдался устойчивый 9-ти летний цикл).

Недавний анализ статистики церкви Свидетелей Иеговы для 1950-1992 г.г. привел к очень похожим результатам [28]. Анализу была подвергнута средняя за месяц величина числа часов, проведенных в молитвенных домах вновь завербованными сторонниками церкви. Данные относились к 103 различным пунктам, рассеянным по всей планете. Оказалось, что их можно представить как линейный тренд и синхронные осцилляции с периодом, очень близким к двойному 11-ти летнему циклу ($21,0 \pm 1,0$ год). Его амплитуда

уменьшается примерно в 2 раза при переходе от экватора к геомагнитной широте 60°. Эта особенность, а также то, что в указанный интервал времени в аа индексе 22-ти летний период был очень мал, наводит на мысль, что в данном случае вариации ЭМП были связаны преимущественно с ионосферой.

Наконец, постепенно накапливаются данные, указывающие на влияние на психику некоторых сугубо местных электромагнитных условий, носящих характер аномалий. Интересный случай подробно описан и отчасти исследован в местечке Маптога (Онтарио, Канада) [29]. В 90-х годах сюда началось массовое паломничество в связи с сообщением о «видениях» и «явлениях» Христа и Марии. Исследование места, где впервые были зафиксированы «видения», показало, что оно представляет собой электромагнитную аномалию. Появление и развитие аномалии обусловлено понятными геофизическими причинами. Измерения показали, что локальные магнитные поля в этом пункте варьируют во времени весьма сложным образом с индукцией порядка десятых долей микротесла (это обусловлено локальной сейсмической ситуацией). Иногда наблюдаются оптические эффекты. Сопоставление времени появления особенно ярких переживаний («видений», слуховых галлюцинаций у трех обследованных женщин) с параметрами геофизического фона показало, что выделенные психические эпизоды совпадают с возрастанием локальной сейсмической активности и низкими значениями глобального геомагнитного аа индекса. Предполагается, что некоторые странные результаты наблюдений НЛО одновременно несколькими людьми могли бы иметь аналогичное происхождение: особо чувствительные субъекты испытывали глубокие переживания и фиксировали «видение» в связи с воздействием внешних ЭМП того или иного происхождения, а затем они заряжали («индуцировали») других. Приведенные данные показывают, как много можно не заметить, изучая эффекты ЭМП, если пользоваться только информацией об их глобальной составляющей.

Заключение

Итак, накоплено достаточно данных, чтобы заключить, что новый экологический фактор – ЭМП – действует на человеческую психику и индивидуальное

коллективное поведение. Тем самым, вариации ЭМП среды обитания непосредственно воздействуют на социальные процессы. Это, конечно, совершенно новый аспект экологии: ранее было известно только о косвенных влияниях природных явлений на социум (например, через мировые эпидемии). Воздействие ЭМП на общественные процессы оказалось возможным надежно обнаружить потому, что вариации ЭМП имеют глобальную составляющую. На нынешнем этапе исследований не может быть, конечно, полной уверенности, что рассматриваемые социальные процессы являются эффектами изменения ЭМП в «чистом» виде. Существуют низкочастотные глобальные акустические возмущения: инфразвук мощных полярных сияний «облучает» биоту многие часы в масштабе полушария. Влияние слабого инфразвука на организм сейчас не вызывает сомнений.

Постепенно особо выдающаяся роль ЭМП как экологического фактора выясняется для некоторых важнейших разделов биологии. Вариации ЭМП содержат периодическую составляющую, включая известные природные циклы. Поэтому ЭМП исключительно важны для биоритмологии [30]. Уже давно была высказана гипотеза о важном вкладе ЭМП атмосферного происхождения в биометеорологические эффекты. Сейчас эта гипотеза кажется весьма правдоподобной, в частности, в связи с «предчувствием» изменений погоды многими животными и метеопризывными людьми. Имеются многочисленные аргументы [31], указывающие на индикацию организмами пространственных неоднородностей природных ЭМП, что открывает возможность рационального истолкования эффектов «биолокации» и хоминга. Как уже отмечалось, магнитная компонента электромагнитных вариаций среды обитания является весьма проникающим агентом – свободно проникает под километры горных пород, пронизывает все биологические ткани. Поэтому оказывается возможным прямое воздействие низкочастотных ЭМП на эмбрион, надежно защищенный, казалось бы, гомеостатом от экологических влияний. Уже самые первые простейшие попытки изучить воздействие вариаций ЭМП на эмбриональное развитие человека дали впечатляющие результаты [32]. Наконец, можно отметить, что смена полярности магнитных полюсов на нашей планете

(полярные инверсии) сопровождаются, как будто, некоторыми изменениями в биосфере. Такие события – полное разрушение магнитосферы – являются, на самом деле, электромагнитными катастрофами. Пока сколько-нибудь подробный анализ экологических последствий такой катастрофы не проводился.

Существует также интересный исторический аспект исследований экологического значения ЭМП. Многие наблюдения были сделаны в прошлом (биологические предвестники землетрясений – связь биологических показателей с изменениями числа солнечных пятен), даже в далеком прошлом (биолокация). В каждом случае для истолкования наблюдений постулировалось существование особого «излучения» - в гелиобиологии долгое время фигурировали Z – излучение и X – агент; метеорологические процессы сопровождались «излучением погоды» (индикатором были бактерии); из грунта выделялись «органная энергия» или «микрелептонный газ». Феноменологические свойства этих мифических излучений были очень похожи и, как теперь известно, повторяли свойства низкочастотных ЭМП.

Литература

1. Куклев Ю.И. *Физическая экология*. – М.: Высшая школа, 2001. – 357 с.
2. Бинги В.Н., Савин А.В. *Физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические системы // Успехи физических наук*. – 2003. – Т. 173, № 3. – С. 265-300.
3. Камю А. *Бунтующий человек*. – М.: Политическая литература, 1990. – 266 с.
4. Степанюк И.А., *Электромагнитные поля при аэро- и гидрофизических процессах*. – СПб.:Изд-во СПб. РГМУ, 2002. – 214 с.
5. Ковальчук С.Г. *Поставь свой дом правильно*. – Одесса, 2003. – 115 с.
6. Пудовкин М.И., Распопов О.М., Клейменова Н.Г. *Возмущения электромагнитного поля Земли*. – Л., ЛГУ, 1975. – Т.2. – 280 с.
7. Распопов О.М., Клейменова Н.Г. *Возмущения электромагнитного поля Земли*. – Л., ЛГУ, 1977. – Т.3. – 144 с.
8. Бруцек А. (ред.), *Солнечная и солнечно-земная физика. Иллюстрированный словарь терминов*. – М.: Мир, 1980. – 312 с.
9. Мальцев Ю.П. (ред.), *Магнитосферно-ионосферная физика, краткий справочник*. – СПб.: «Наука», 1993. – 184 с.
10. Чижевский А.Л. *Космический пульс жизни*. – М.: Мысль, 1995. – 768 с.
11. Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А. *Влияние солнечной активности на биосферу-ноосферу*. – М.: МНЭПУ, 2000. – 374 с.
12. Черноус С.А., Ролдугин В.К., Ронько А., Виноградов А.Н., *Риск суицидов и гелиогеофизическая активность // В кн. «Атлас временных вариаций»*. – М.: Изд-во. «Янус-К», 2002. – Т.3. – С.594-596.
13. Ertel S., *Bursts of creativity and aberrant sunspot cycles: hypothetical co variations, in "Scientific Study of Human Nature"*. – Oxford, 1997. – P. 491-510.
14. Петров В.М., Гамбурцев А.Г. *Стилевая ориентация искусства и социально-политического климата общества // В кн. «Атлас временных вариаций...»*. – М.: Научный мир, 1998. – Т.2. – С. 358-360.
15. Петров В.М., *Пульсирующая интенсивность литературной жизни: динамика русской поэзии и прозы 18-19 в.в. // В кн. «Атлас временных вариаций...»*. – М.: «Янус-К», 2002. – Т.3. – С. 587-589.
16. Georhart L., Persinger M.A., *Geophysical variables and behavior: XXXIII. Onsets of historical and contemporary poltergeist episodes, occurred with sudden increases in geomagnetic activity // Perceptual and Motor Skills*. – 1986. – V. 62. – P. 463-466.
17. Лукачев Ю.В., *Историометрические циклы А.Л. Чижевского: реальность и прогностические возможности // Вестник РАН*. – 1996. – Т. 66, № 9. – С. 796-799.
18. Владимирский Б.М., Кисловский Л.Д., *Биофизика и история. // Биофизика*. – 1998. – Т.43, № 5. – С. 757-760.
19. Владимирский Б.М. *Космическая погода и социальные явления // Земля и Вселенная*. – 2003. – № 3. – С. 82-87.
20. Dorman L.I., Pustilnik L.A., Yom Din. *Possible manifestation of solar activity and cosmic ray intensity influence on climate change in England in middle Ages (through wheat market dynamics), частное сообщение, 2003*.
21. Чижевский А. Л.. *Теория гелиотараксии // В кн. "Проблемы гелиобиологии"*. – Новосибирск, 1977. – С. 81-102.
22. Сидякин В.Г. *Влияние глобальных экологических факторов на нервную систему*. – Киев, Наукова думка, 1986. – 160 с.
23. St-Pierre L.S., Persinger M.A., Koren S.A., *Experimental induction of internal aggressive behavior in limbic epileptic rats by weak complex magnetic fields: implications for geomagnetic activity and the modern habitats // International Journal of Neuroscience*. – 1998. – V. 26. – P. 149-159.
24. Persinger M.A., *Geomagnetic variables and behavior: LXXXIII. Increased geomagnetic activity and group aggression in chronic limbic epileptic rats. // Perceptual and Motor skills*. – 1997. – V. 85. – P. 1376-1378.
25. St.-Pierre L.S., Persinger M.A., *Geophysical variable and behavior: LXXXIV. Quantitative increases in group aggression in male epileptic rats during increases in geomagnetic activity // Perceptual and Motor Skills*. – 1998. – V. 86. – P. 1392-1394.
26. Persinger M.A. *Wars and increased solar-geomagnetic activity: aggression or change in intraspecies dominance? // Perceptual and Motor Skills*. – 1999. – V. 88. – P. 1351-1355.
27. Dewey E. R. *"Cycles", Selected writings, Foundation for study of Eycles*. – Pittsburg, USA, 1987. – P. 603-608.
28. Starbuck S. *Is motivation influenced by geomagnetic activity? Частное сообщение, 2002 г.*
29. Suess L.A.H., Persinger M.A., *Geophysical variables and behavior: XCVI. "Experience" attributed to Christ and Mary of Marmora, Ontario, Canada may have been consequences of environmental electromagnetic stimulation: implication for religious movements. // Perceptual and Motor Skills*. – 2001. – V. 93. – P. 435-450.

30. Мартынюк В.С., Темурьянц Н.А., Владимирский Б.М. Электромагнитные поля и биологические ритмы. // Журнал общей биологии. – 2003. (в печати).
31. Владимирский Б.М., Хоминг, биолокация и электромагнитные поля среды обитания. // Журнал общей биологии. – 2003. (в печати).
32. Григорьев П.Е., Хорсева Н.И. Геомагнитная активность и эмбриональное развитие человека // Биофизика. – 2001. – Т. 46, № 5. – С. 919-921.

Анотація. Б.М. Володимирський Чи впливає "космічна погода" на суспільне життя? Відмічається, що публікації останніх років підтверджують тезу про особливу важливість нового екологічного фактора – варіації фонових електромагнітних полів у навколишньому середовищі. Деякі з цих варіацій контролюються змінами космічної погоди і мають глобальний характер. Такі зміни впливають на людську психіку і можуть модифікувати індивідуальну та колективну поведінку. Вірогідно, що з варіаціями електромагнітних полів може пов'язаний зазначений Чижевським "фактор, модифікуючий колективну поведінку", який забезпечує пристосованість соціальних криз – революцій до епох максимумів сонячної активності. Дані експериментальних досліджень, які вказують на модифікацію поведінки тварин при дії на них деяких складних електромагнітних сигналів, потребують підтвердження і подальшого розвитку.

Ключові слова: космічна погода, біосферна динаміка, соціальні процеси.

Abstract. B. M. Vladimirsky Whether «space weather» influences a public life? It is marked, that publications of last years definitely confirm the thesis about special importance of the new ecological factor - variations of background electromagnetic fields in an inhabitancy. Some from these variations are defined by changes of space weather and have global character. Such changes as follows from publications on socio-cultural dynamics, influence human mentality and can modify individual and collective behaviour. Probably, variations of electromagnetic fields is postulated by A.L.Chizhevskiy «the factor modifying collective behaviour», providing correlation of social crises - revolutions with epoch of maxima of solar activity. The data of experimental researches specifying updating of behaviour of animals at influence to them of some complex electromagnetic signals, require confirmation and vigorous development.

Key words: space weather, biosphere dynamics, social processes.

Поступила в редакцію 12.06.2004 г.

Раздел II. Прикладные вопросы геополитики и экогеодинамики

II.1. ЭКОГЕОДИНАМИКА ПРИРОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ

УДК 631.41 : 631. 6 (477,75)

Н. А. Драган 

Динамика почвенных процессов при орошении агроландшафтов в равнинном Крыму

Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского

Аннотация. Изложены результаты многолетних исследований водно-солевого режима почв орошаемых территорий в равнинном Крыму. Рассмотрено влияние орошения на мелиоративную обстановку в ландшафтных ярусах этого региона.

Ключевые слова: водно-солевой режим, динамика уровня грунтовых вод, засоление, ландшафтные ярусы.

Изучение влияния мелиораций на окружающую среду является одной из главных задач природно-мелиоративного мониторинга. Динамика почвенных процессов во многом характеризует направление водно-солевого режима территории, а потому при орошении должна контролироваться постоянно.

Оптимальным вариантом природно-мелиоративного мониторинга считается тот, который включает в себя комплексные исследования: метеорологические, гидрологические, геофизические, геохимические, агрохимические, биоэкологические и другие. Такой мониторинг реализуется через систему многолетних стационарных наблюдений, при которых главными требованиями являются следующие: репрезентативность получаемых данных; комплексность; высокая техническая оснащенность, регулярность и длительность наблюдений. Методы исследований могут быть различными в зависимости от характера наблюдений (экспериментальные или экспедиционные).

Орошаемые земли Крыма занимают 401 тыс. га, из них только около 30,6 тыс. га – многолетние насаждения (по состоянию на 1.01.2002 г.). Более 90% ирригационной площади Крыма находится в равнинной его части и орошается из системы Северо-Крымского канала (80,5% от общего объема водозабора). На долю водозабора за счет местного стока приходится 9,8%, на долю подземных вод – 8,4%. Широкое применение ирригации в Крыму осуществляется уже около 38 лет. Назрела необходимость выявить характер ее влияния на свойства почв в зоне ороше-

ния. С этой целью в излагаемой работе подвергнуты анализу данные многолетних наблюдений и исследований с привлечением литературных источников.

Известно (Ковда, 1973), что повышенное увлажнение, несвойственное природному генезису почв южной и сухой степи, создает тенденции глубоких изменений в направлении и интенсивности химических, физико-химических, физических, биологических и других почвенных процессах. В большинстве случаев вторичные процессы, происходящие в орошаемых почвах, оцениваются как деградационные. Важнейшие из них – засоление, осолонцевание, агроирригационное уплотнение, дегумификация, утрата агрономически ценной структуры. В геологическом масштабе времени эти процессы относительно быстрые. Из вторичных процессов, более поздних по стадии развития, нередко проявляются такие, как оглеение, осолодение, слитизация. Без выявления вторичных процессов невозможно представить истинную картину состояния ПП любой территории, где имеются орошаемые земли.

По данным мелиоративного кадастра (Вопросы развития Крыма, 1998), около 95% орошаемых земель характеризуются хорошим и удовлетворительным состоянием, обеспечивающим сохранение плодородия и получение проектной урожайности при условии соблюдения агротехнических норм культуры земледелия. В табл.1 приведены площади (га) орошаемых земель различного мелиоративного состояния.

Таблица 1. Мелиоративное состояние орошаемых земель Крыма (площадь в га)
(по Вопросы развития Крыма, 1998)

Район	Хорошее	Удовлетворительное	Неудовлетворительное	В т.ч. недопустимые		
				УГВ	Солонцеватость и засоление	солончат., засоление и УГВ
Бахчисарайский	1853	6533	364	354	-	10
Белогорский	2289	4499	151	151	-	-
Джанкойский	5500	60049	6650	832	5093	725
Кировский	6282	8145	375	342	33	-
Красногвардейский	38233	8404	176	161	15	-
Краснопереконский	-	33123	3903	1514	2229	160
Ленинский	2706	3163	615	533	62	20
Нижнегорский	4202	30294	2915	1066	1755	94
Первомайский	27769	12140	203	158	25	20
Раздольненский	22380	11366	966	593	250	123
Сакский	34566	11611	638	531	76	31
Симферопольский	9679	6469	66	66	-	-
Советский	347	17847	1289	595	510	184
Судакский	-	1348	3	3	-	-
Черноморский	4259	1260	-	-	-	-
Алушта	-	1709	-	-	-	-
Симферополь	-	36	-	-	-	-
Феодосия	-	90	105	-	104	1
Ялта	-	261	-	-	-	-
Итого	160065	218367	18419	6899	10152	1368
Севастополь	1554	2412	203	203	-	-
Всего по Крыму	161619	220779	18622	7102	10152	1368

Как видно из данных табл.1, наибольшие площади земель неудовлетворительного состояния находятся в Джанкойском (6650 га), Краснопереконском (3903 га), Нижнегорском (2915), Советском (1289 га) районах, т.е. в Присивашье.

Стационарные, полустационарные и экспедиционные исследования водно-воздушного и солевого режимов почв на орошаемых и не орошаемых виноградниках проводились нами в Присивашье в период времени с 1965 по 1981 год (Драган, 1972, 1993, 1997). Некоторые результаты этих исследований приводятся ниже.

Стационарные исследования выполнялись в Степном опытном хозяйстве института «Магарач», расположенного в трех км от г. Джанкой. Территория хозяйства представляет собой слабоволнистую равнину с общим уклоном с юго-запада на северо-восток, в том же направлении пересеченную балкой с пологими склонами. Природные условия этой территории можно считать типичными для Центрального Присивашья.

Стационарные площадки размещались на почвах темно-каштановых остаточных солонцеватых (площадка 20) и солонцеватых глубоко засоленных (площадки 8), лугово-каштановых солонцеватых глубоко

засоленных (площадки 7, 12) и солонцеватых солончаковатых (площадки 4-6, 10).

Гранулометрический состав почв и почвообразующих пород на всех площадках сравнительно однороден и представлен тяжелыми суглинками и иловато-пылеватými легкими глинами. Утяжеление механического состава наблюдается в направлении от водоразделов к относительным понижениям рельефа (например, к балке).

Наряду с генетическими различиями, почвы площадок имеют некоторые общие черты. Они близки между собой по плотности твердой фазы, скважности, влагоемкости, содержанию и запасам основных питательных веществ. Различия обусловлены гипсометрическим уровнем участков (от 10 до 20 м над у.м.), положением почв в рельефе и глубиной залегания зеркала грунтовых вод, что позволяет рассматривать каждую стационарную площадку как вариант (модель) водно-солевого режима почвогрунтов и эдафических условий произрастания винограда.

Виноградники орошаются пресной водой (плотный остаток – менее 1 г/л) из артезианских скважин. Режим орошения – один влагозарядковый полив зимой и два вегетационных.

По-декадные наблюдения над уровнем грунтовых вод (УГВ) в стационарных колодцах позволили установить, что глубина их залегания на разных элементах рельефа неодинаковая: на водоразделах – более 6 м, на верхней трети склонов – 4-6 м на средней части склонов – 2-4 м на нижних частях склонов и в балке – ближе 2-х метров от дневной поверхности. УГВ подвержен сезонным колебаниям (рис.1).

Устойчивый подъем УГВ наблюдается в осенне-зимний период и продолжается до конца марта. Кроме погодных условий, этому способствует также проведение влагозарядковых поливов. С началом интенсивного испарения влаги из почвы и наступлением периода вегетации виноградного растения происходит постепенное снижение УГВ. Амплитуда сезонного

колебания зеркала вод возрастает от повышенных элементов рельефа к пониженным, изменяясь в пределах 70-200 см.

Динамика УГВ в общих чертах повторялась из года в год за весь период наблюдений (более 15 лет). Некоторые частные отклонения в годичных режимах УГВ были обусловлены метеорологическими особенностями года и режимом ирригации на виноградниках и прилегающих сельскохозяйственных угодьях.

Для рассматриваемой территории характерен *установившийся компенсированный (циклический) тип режима грунтовых вод, подтип компенсированного транспирацией растений, испарением и отчасти оттоком* (терминология Ковды, - 1973).

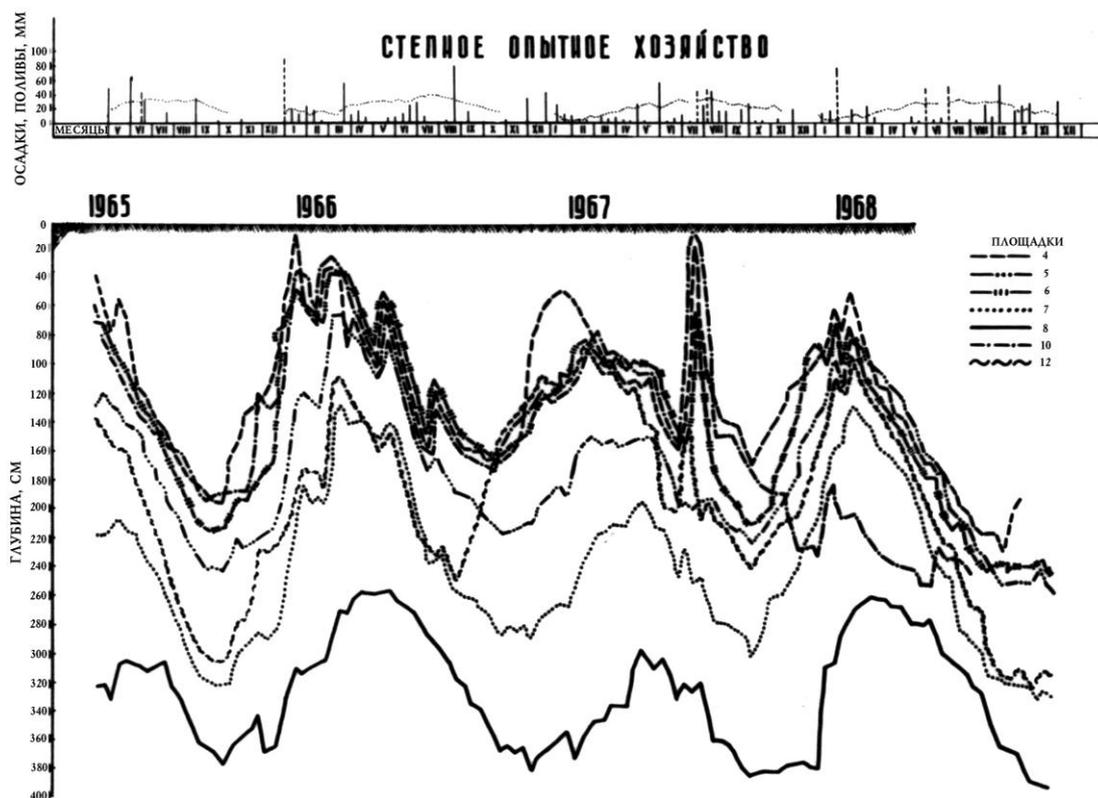


Рис. 1. Динамика УГВ на стационарных площадках

Содержание солей в грунтовых водах на территории хозяйства составляло 10-15 г/л. Солевой состав вод преимущественно *хлоридный натриевый с повышенным содержанием сульфатов магния*. За период наблюдений существенных изменений в солевом составе и минерализации грунтовых вод не произошло, что объясняется сооружением дренажного канала по дну балки.

Анализ данных по влажности почвогрунтов и сопоставление их с графиками УГВ позволил выявить решающее влияние последних на характер водного режима почв (рис.2).

На водораздельных элементах рельефа (площадка 20), где зеркало грунтовых вод находится глубже 6-ти метров от дневной поверхности, имеет место *ирригационно-элювиальный* тип режима влаж-

ности почв. Он обуславливает нисходящий ток почвенных растворов, вероятно, только в периоды увлажнения до состояния полной влагоемкости.

При залегании УГВ на глубине 3-4 м почвы испытывают *пленочно-капиллярное грунтовое увлажнение* (площадка 8). При этом режиме влажности, благодаря осадкам и поливам, полутораметровая толща почвы увлажняется до 90-100% и более от наименьшей влагоемкости (НВ). Весной и в начале лета почвенный профиль подпи-

тывается пленочно-капиллярными растворами снизу под влиянием сезонного подъема зеркала вод. Вследствие физического испарения и десукции виноградным растением, происходит интенсивное расходование влаги в верхнем метровом слое. Vegetационные поливы виноградников ненадолго прерывают этот процесс. Во второй половине вегетационного периода влажность почвы от поверхности до глубины 80 см снижается до значений завядания (ВЗ).

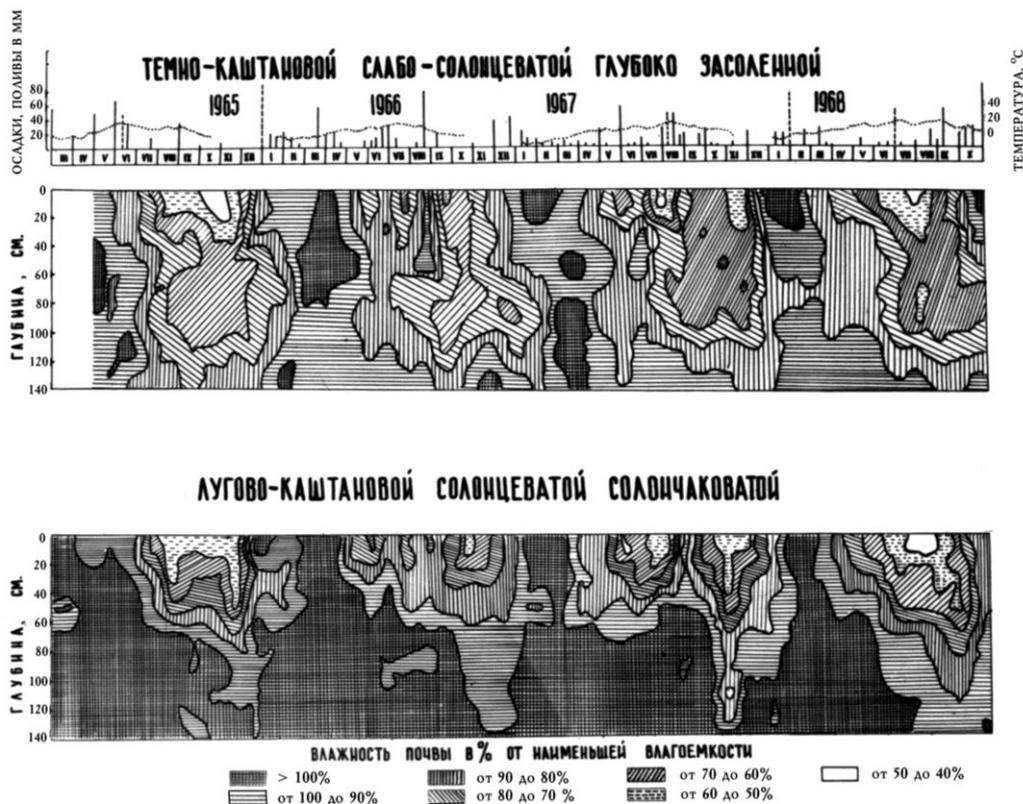


Рис. 2. Хроноизоплеты влажности темно-каштановой (площадка 8) и лугово-каштановой (площадка 4) почв

Восходящая пленочно-капиллярная влага не достигает просыхающих горизонтов и испаряется на глубине 100-140 см.

При залегании УГВ выше двух метров почвы испытывают *капиллярно-грунтовое увлажнение* (площадка 4). В зимне-весеннее время весь профиль этих почв переувлажнен. Расходование влаги на физическое испарение и десукцию виноградным растением происходит преимущественно до глубины 60 см.

Режим влажности почв с УГВ на глубине 2-3 м занимает промежуточное положение между двумя вышеназванными типами увлажнения.

Характер водного режима почв существенно влияет на их аэрацию. Исследуемые почвы характеризуются благополучным воздушным режимом лишь в плантажном слое (0-60 см), где содержание воздуха в течение большей части периода вегетации превышает 20% от объема почвы (рис. 3).

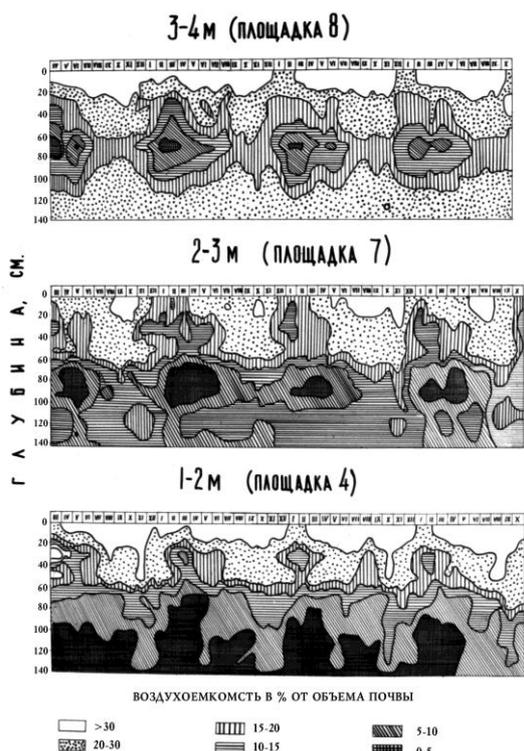


Рис. 3. Хроноизоплеты воздухосодержания темно-каштановых и лугово-каштановых почв

В слое 60-80 см (иллювиальный карбонатный горизонт) темно-каштановых почв и на глубине ниже 60 см в лугово-каштановых почвах пленочно-капиллярного увлажнения воздушный режим не вполне удовлетворительный (воздухосодержание колеблется во времени от 0-5 до 15% от объема). В лугово-каштановых почвах капиллярно-грунтового увлажнения воздушный режим на глубине более 60 см неудовлетворительный (воздухосодержание – 0-10% от объема). В темно-каштановых почвах снижение воздухосодержания в иллювиальном горизонте обусловлено повышенной его плотностью (объемная масса 1,4-1,5 г/см²), а в лугово-каштановых – еще и повышенной влажностью.

По данным стационарных исследований установлена прямая тесная связь между глубинами залегания верхней границы соленакопления и уровня минерализованных грунтовых вод ($r = 0,82 \pm 0,26$).

Из компонентов почвенного засоления хлор наиболее заметно накапливается в связи с глубиной залегания УГВ, тогда как

запасы труднорастворимых солей не коррелируют с современным их нахождением.

Как результат различной глубины залегания грунтовых вод, а также благодаря наличию или отсутствию реликтовых солевых скоплений, содержание и солевой состав существенно изменяется по отдельным стационарным площадкам (рис. 4).

При залегании УГВ с 3-4 м сезонная миграция легкорастворимых солей происходит с глубины 140-200 см в слой 100-140 см. Содержание хлора по слоям 0-60, 60-100, 100-140, 140-200 см не превышает, соответственно, 0,005, 0,01, 0,02 и 0,03%.

При нахождении УГВ в пределах глубины 2-3 м количество хлора в тех же слоях достигает, соответственно, 0,015, 0,03, 0,05 и 0,07%. Динамика его здесь выражена заметнее. Верхняя граница сезонной аккумуляции легкорастворимых солей колеблется по годам от 40-60 до 100-140 см.

В почвах с зеркалом грунтовых вод ближе 2-х м от поверхности сезонное накопление солей происходит с глубин 0-20 см до 40-60 см. В теплое время года хлор подтягивается в плантажный слой из нижележащих горизонтов, а за зиму вымывается обратно. Содержание этого иона в почвенном профиле колеблется в пределах 0,06-0,10%.

Интенсивность сезонного соленакопления в исследованных почвах тем сильнее, чем ближе к поверхности оно происходит. Вместе с тем, благодаря наличию определенной дренированности территории, естественной - на верхних и средних частях склонов и искусственной (дренажный канал) – на нижних и в балке, солевой режим почв складывается по типу сезонно-обратимого солевого режима.

Как показали многолетние исследования в Присивашье, водно-солевой режим почв оказывает решающее влияние на развитие корневой системы винограда (рис. 4).

Наибольшее количество корней во всех исследованных почвах приходится на глубину 20-60 см, что обусловлено благоприятными водно-физическими свойствами почвы плантажного слоя, наличием в нем основных запасов питательных веществ. Число корневых срезов в этом слое почв с различным водно-солевым режимом колеблется от 3 до 14 штук/дм².

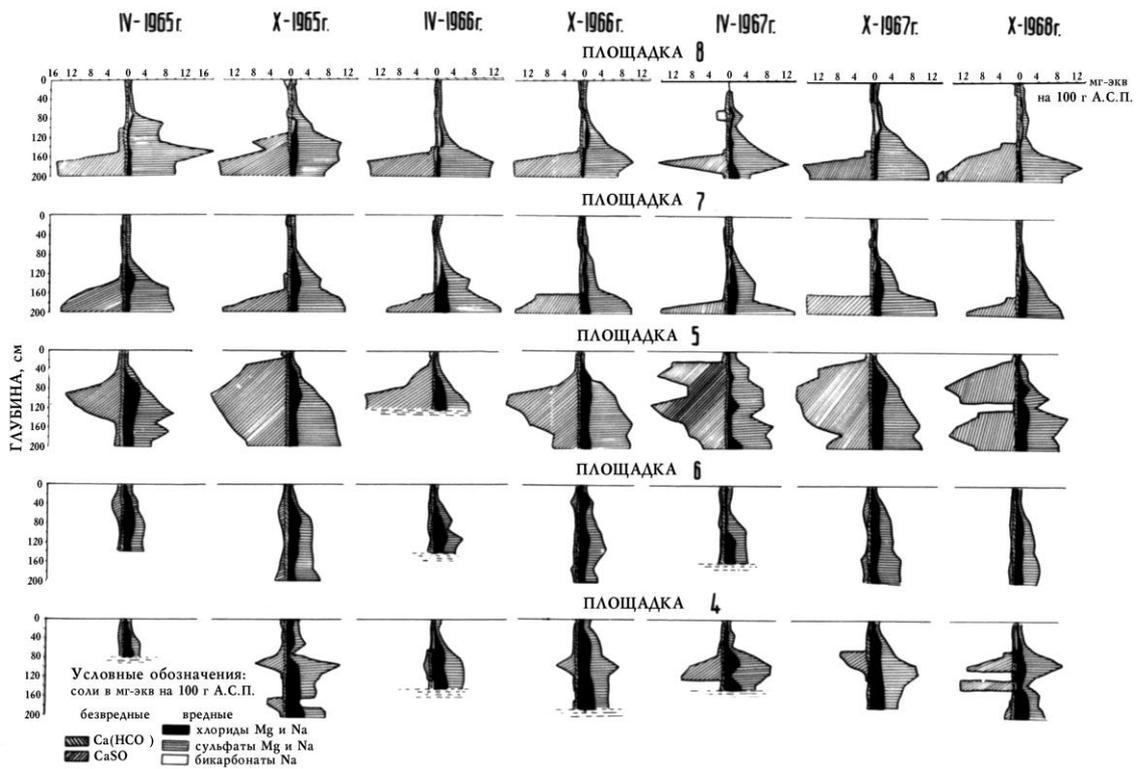


Рис. 4. Солевые профили почв стационарных площадок. Труднорастворимые соли – слева, легкорастворимые – справа

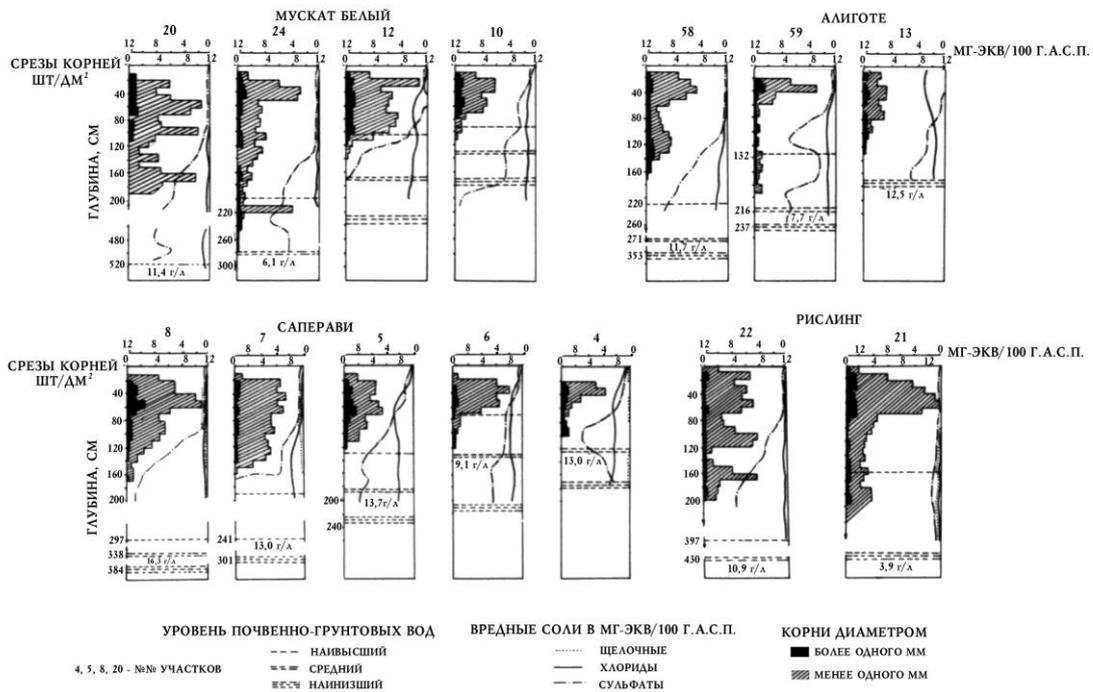


Рис. 5. Размещение корневых систем винограда в почвах различного водно-солевого режима

Мощность корнеобитаемой зоны под плодоносящими виноградниками изменяется от 1,5 до 3,0 м – в темно-каштановых и лугово-каштановых глубоко засоленных почвах пленочно-капиллярного грунтового

увлажнения и от 0,8 до 1,5 м - в лугово-каштановых солончачоватых почвах капиллярно-грунтового увлажнения.

Основным фактором, ограничивающим распространение корней вглубь, в почвах

пленочно-капиллярного увлажнения являются сульфатные солевые горизонты. Содержание в гипсоносных слоях до 0,4% хлоридов и сульфатов Mg и Na не препятствует нормальному росту корней. Из солей сульфатных горизонтов наиболее существенное влияние на размещение корней винограда оказывает сульфат магния ($r = -0,90 \pm 0,19$). Содержание 0,30% этой соли ограничивает, а свыше 0,36% - исключает проникновение корней в почвогрунт.

В почвах капиллярно-грунтового увлажнения проникновение корней вглубь находится в прямой тесной связи с глубиной стояния зеркала минерализованных вод в среднем за вегетационный период ($r = 0,97 \pm 0,14$). Между запасами влаги в подплантанных горизонтах почвы и количеством живых корней в них выявлена обратная зависимость ($r = -0,83 \pm 0,25$).

В засоленных горизонтах сульфатного, хлоридно-сульфатного и хлоридного состава с содержанием суммы вредных солей, соответственно, не более 0,3, 0,2 и 0,14% корни винограда развиваются удовлетворительно, при условии достаточной обеспеченности водой и воздухом. Количественное распределение корней как в пределах отдельных горизонтов, так и во всем почвенном профиле находится в обратной сильной зависимости от содержания солей того аниона, который определяет тип засоления.

Исследования показали, что для обеспечения мощного корнеобитаемого слоя необходимыми условиями являются: 1) залегание минерализованных грунтовых вод в среднем за вегетацию не выше 3-х м; 2) содержание вредных солей в почвогрунте менее 0,3% при сульфатном солевом составе и менее 0,2 – хлоридно-сульфатном.

Урожай и однолетний прирост виноградного растения снижаются при залегании уровня минерализованных почвенно-грунтовых вод на глубине менее 2,5 м. Длина однолетнего прироста лозы, число полноценных побегов более тесно, чем урожай, коррелируют с глубиной залегания УГВ, максимальным содержанием хлора в одном из горизонтов корнеобитаемой зоны. Наименьшие существенные различия ($НСР_{0,95}$) по стационарным площадкам составляют: по длине однолетне-

го прироста - 3,2 м, по урожаю – 0,8 кг в среднем на куст (количество учетных кустов на каждой стационарной площадке было по 30).

Экспедиционные исследования подтвердили справедливость выводов, сделанных по стационарным площадкам. Виноградники, размещенные на почвах капиллярно-грунтового увлажнения хлоридно-сульфатного, сульфатно-хлоридного и хлоридного засоления (как первичного, так и вторичного) являются нерентабельными из-за угнетения растений и изреженности насаждений.

Приведенный фрагмент результатов исследований иллюстрирует мелиоративное состояние и продуктивность насаждений винограда в зоне орошения Присивашья. В связи со слабой естественной дренированностью этой территории водно-солевой режим почвогрунтов при орошении претерпевает дальнейшие изменения, что еще более усложняет мелиоративную обстановку.

Анализ накопленных данных с учетом фондовых материалов Крымского филиала института «Укрземпроект» позволяет констатировать тот факт, что при орошении в равнинном Крыму, наряду с формированием оптимальных почвенно-экологических режимов, развиваются и деграционные явления. Актуальность отдельных процессов зависит как от характера угодий, так и от их местоположения в пределах ландшафтных местностей, почвенно-гидрологические характеристики которых во многом определяются гипсометрическими условиями, генезисом рельефа, литологией пород, слагающих ландшафты, характером водного баланса, растительностью.

Степень детализации разделения территории может быть различной и зависит от цели и задач исследования (Гришанков, по Позаченюк, 1997, 1999; Гродзинский, 1983).

Влияние орошения на возникновение и развитие вторичных почвенных процессов мы рассмотрим на примере семи ландшафтных ярусов, различающихся гипсометрическими и гидрогеологическими условиями, характерными для наиболее типичных групп ландшафтных местностей равнинного Крыма. (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика ландшафтных местностей равнинного Крыма

№	Ландшафтные ярусы	Диапазон высот над у.м., м	Глубина УГВ, м	Минерализация ГВ, г/л	Группы ландшафтных местностей
I	Аккумулятивный литорально-низинный псаммофитный солончаково-солонцовый	0,0 – 5,0	0,0 – 1,5	До 150,0	1. Пустынные степи песчаных кос 2. Прибрежные низинные иловые равнины
II	Супераквальный гидроморфный плоскоравнинный галофитно-лугово-степной	5,0 – 10,0	2,0 – 3,0 4 – 7	10,0 – 40,0	3. Лощинно-балочный луговой 4. Межбалочные широковолнистые равнины
III	Супераквальный трансаккумулятивный плоскоравнинный галофитно-разнотравно-луговой древних дельт	5,0 – 10,0	0,5 – 3,0	3,0 – 10,0	5. Плоскоравнинный древнедельтовый галофитно-разнотравно-луговой
IV	Супераквальный неоэлювиальный плоскоравнинный бедноразнотравно-злаковый	10,0 – 40,0	5,0 – 25,0	5,0 – 15,0	6. Средненизменный плоскоравнинный типчаково-бедноразнотравно-степной в сочетании с лугово-степным
V	Трансэлювиальный долинно-сухоречный долинно-луговой	10,0 – 50,0	1,0 – 3,0	0,5 – 3,0	7. Долинно-сухоречный мезофильно-луговой 7а. Долинно-аккумулятивно-террасовый
VI	Элювиальный субазральный водораздельно-равнинно-лощинный разнотравно-типчаково-ковыльный	40,0 – 90,0	5,0 – 60,0	менее 1	8. Слабоволнисто-равнинный типчаково-степной. 9. Полого-наклонно-равнинно-лощинный разнотравно-степной с участием петрофитов
VII	Древнеэлювиальный останцово-водораздельный петрофитно-степной	90,0 – 196,0	60,0	менее 1	10. Денудационный останцово-водораздельный петрофитно-степной

Орошаемое земледелие широко представлено преимущественно в пределах 4, 6, и 8 групп ландшафтных местностей. Специализация сельского хозяйства здесь многоотраслевая, но с преобладанием зернового направления полеводства; кроме того, развиты такие отрасли, как овощеводство, садоводство, кормопроизводство. Рисосеяние сосредоточено в основном во II и - частично - в III ландшафтных ярусах (4 и 5 группы местностей) и занимает не более 30 тыс. га.

Наиболее благополучный водно-солевой режим складывается при орошении в условиях плакоров с диапазоном высот 40-90 м над у.м. (V1 ландшафтный ярус). Здесь господствуют черноземы южные обычные, мицелярно-карбонатные и мицелярно-высококарбонатные, содержащие незначительное количество солей в профиле до глубины 150-200см. Однако ирригационно-промывной режим способствует выносу не только легкорастворимых солей, но и карбонатов кальция, что приводит к снижению содоустойчивости почв. Содопроявление чаще всего отмечается в солонцеватых ро-

дах почв. Наибольшая вероятность встречи соды на глубине 50-100см, реже - в слоях 0-50 и 100-200 см в черноземах южных обычных. В черноземах карбонатных содопроявление не наблюдается.

Длительное орошение способствует опусканию верхней границы карбонатного горизонта, что более заметно в черноземах южных обычных по сравнению с высококарбонатными. Уменьшается и доля поглощенного кальция в составе обменных катионов ППК, а доля магния и натрия возрастает. Важную роль в этих изменениях играет химический состав оросительных вод. Отмечена тесная связь между соотношением кальция и натрия в поливной воде и в почве (Полупан и др., 1994). При орошении пресными водами незасоленных и практически не солонцеватых почв не редко наблюдается резкое проявление высокой щелочности. Возможно, это явление связано с усилением внутрпочвенного выветривания и активизацией обменных реакций в условиях ирригационного водного режима. При этом

коллоидный комплекс пахотного слоя отчасти диспергирует, тонкие фракции частиц вымываются вниз по профилю. В кратковременные анаэробные периоды при поливах формируется подвижный гумус. Вынос «активного» гумуса и карбонатов кальция приводит к изменениям в составе водонепрочных агрегатов: возрастает количество структурных отдельностей диаметром менее 0,25 мм за счет содержания оптимальных по размеру (1-5 мм). В результате всех этих процессов на поверхности почвы образуется корка, а в средней части профиля, где аккумулируются тонкие фракции почвенных частиц, происходит уплотнение. Кроме того, есть данные о том, что в староорошаемых почвах остаются устойчивыми только каолинит и гиббсит, что свидетельствует о более интенсивном выветривании и подтверждается снижением катионного обмена. Ухудшение физических свойств почвы, уменьшение ее скважности нарушает воздушный режим, а следовательно, и характер микробиологических процессов. Возможно, с этим связана стабилизация гумусного состояния в староорошаемых почвах по сравнению с началом орошения, когда констатируют усиленную *дегумификацию* (снижение содержания гумуса до 30% от исходного). При оптимизации водно-воздушного режима почвы минерализация органического вещества протекает интенсивнее. Однако при соблюдении высокой агротехники, применении травосеяния, в условиях орошения почвенные процессы благоприятствуют *гуматогенезу* и устойчивости геосистемы в целом.

Процессы выщелачивания, характерные для орошаемых черноземов в условиях плакоров, сопровождаются перераспределением солей и других подвижных продуктов почвообразования как радиально, по профилю, так и латерально, между компонентами ПП. В трансформации последнего при орошении большую роль играет мезо- и микрорельеф. Почвы ложбин, западин и других понижений рельефа приобретают более мощный гумусовый профиль, промытый от карбонатов кальция и гипса, несколько более тяжелый гранулометрический состав, а иногда и более выраженные признаки олуговения. На повышенных элементах рельефа нередко проявляется ирригационная эрозия. В результате всех вышеназванных явлений усложняется структура почвенного покрова (СПП).

Гидрогеолого-мелиоративная обстанов-

ка в пределах VI яруса пока остается благополучной. На большей части этой территории УГВ залегает на глубине 5-10 м. На плоских слабодренированных равнинах с высотными отметками 40-50 м над у.м. местами обнаруживаются грунтовые воды с глубины менее 5 м с минерализацией до 3 г/л.

Значительный подъем УГВ за 30 с лишним лет орошения произошел в агроландшафтах П-1V ярусов (диапазон высот - от 5 до 40 м над у.м.). В высокой части Присивашья (20-40 м над у.м.) УГВ поднялся с 10-25 м до 3-15 м. Минерализация грунтовых вод на водоразделах снизилась, на склонах долин балок и рек возросла с 5-10 до 20 г/л. Лишь в приканальных зонах наблюдается опреснение вод в сравнении с исходным состоянием.

В пределах 1V яруса (10-40 м над у.м.) в ландшафтах господствуют темнокаштановые почвы, занимающие автономные позиции, а сопутствующие им лугово-каштановые и солонцы приурочены, соответственно, к ложинообразным понижениям и микроповышениям рельефа. На самых высоких отметках яруса встречаются черноземы южные солонцеватые с небольшим участием в ПП солонцов автоморфных. Солевой горизонт в почвах плакоров залегает с глубины 100-200 см и с 40-80 см - в почвах сопряженных подчиненных геосистем. Тип засоления сульфатный магниевое-натриево-кальциевый. В первое десятилетие орошения на участках, где УГВ достигал критической глубины, наблюдалось развитие вторичного засоления (Драган, 1972). Но с введением в эксплуатацию дренажных систем на большей части этой группы местностей идет вынос солей, что, согласно теории К.К. Гедройца (1955), влечет за собой развитие процессов осолонцевания и осолодения. Вторичное засоление наблюдается в тальвегах балок, где распространены гидроморфные почвы (черноземно-луговые и каштаново-луговые) с близкими к поверхности минерализованными почвенно-грунтовыми водами.

Особо следует сказать о мелиоративном состоянии агроландшафтов на древних дельтах Салгира, других рек и в устьях крупных балок (Ш ярус, 5-ая группа ландшафтных местностей). Грунтовый поток здесь приурочен к древним отложениям - аллювиальным, пролювиально-делювиальным; УГВ поднялся с 3-8 до 1-5 м; минерализация вод пестрая, что

связано с удаленностью от дрен. В ПП преобладают лугово-черноземные и черноземно-луговые почвы в различной степени солонцеватые и солончаковатые. Верхняя граница аккумуляции солей колеблется в пределах 20-150 см, что обусловлено глубиной залегания УГВ. Тип засоления сульфатный, реже - гидрокарбонатный. Из вторичных процессов, кроме миграции солей, проявляются оглеение и кольятаж, способствующие *слитизации* почвенного профиля. В устьях балок и рек имеют место процессы заболачивания.

Территория с абсолютными отметками 10-20 м над у.м. (нижняя часть IV-ого ландшафтного яруса) характеризуется слабой естественной дренированностью. УГВ за годы орошения поднялись до 3-7 м, а минерализация снизилась с 10-20 г/л до 1-5 г/л, вследствие поступления инфильтрационных вод с плакоров. Ближе к Сивашу содержание солей в почвенно-грунтовых водах превышает 20 г/л. Лугово-степные комплексы почв - темно-каштановых солонцеватых, лугово-каштановых солонцеватых и солонцов полугидроморфных в условиях ирригационного десуктивно-выпотного водного режима с периодическим глубоким промачиванием подвержены сезонному солевому режиму перемежающегося засоления - рассоления. В зональных почвах сезонная аккумуляция солей происходит на глубине 100-200 см, тип засоления сульфатный, реже - хлоридно-сульфатный. В солонцах верхняя граница солевого горизонта поднялась с глубины 70-100 см до 20-30 см, тип засоления хлоридно-сульфатный, иногда - сульфатно-хлоридный. Фоновые почвы отличаются тем, что количество солей в них не превышает порога токсичности, за исключением отдельных участков с локальными особенностями водно-солевого режима, имеющими свою обусловленность. Однако ионный состав почвенных растворов претерпевает изменения в сторону уменьшения содержания общей щелочности, кальция и повышения количества хлора и натрия, что способствует развитию солонцового процесса.

Состояние солонцовых почв, по мнению Н.И. Полупана и др. (1994), определяется интенсивностью солонцового процесса, степенью солонцеватости (фактор дестабильности) и концентрацией коагулянтов (фактор устойчивости). Эти два фактора определяют две фазы (активную и модальную) развития свойств осолонцо-

ванных почв. *Активная фаза* проявляется в повышенной дисперсности, вязкости, липкости, *тиксотропности* почвенной массы, подвижности коллоидной плазмы. В *модальной фазе* почвенная масса остается в обычном состоянии, которое соответствует степени осолонцевания. Активная фаза обычно проявляется весной в очень влажные годы, когда происходит вынос щелочноземельных катионов и снижение соотношения Ca/Na до значений 0,4-0,2. Очевидно, что активная фаза имеет место и в орошаемых почвах при соответствующих процессах выноса. Кальцийсодержащие соединения повышают устойчивость к активной фазе средне-, сильно- и очень сильно осолонцованных почв. Но для этого необходимо применять высокие дозы мелиорантов (20-40 т/га), даже в слабосолонцеватых почвах. Понизить интенсивность солонцового процесса можно за счет уменьшения содержания солей натрия в почвогрунтах и воде, что достижимо в условиях хорошо работающей дренажной системы и применения оросительных вод высокого качества (пресные с низким значением коэффициента потенциального поглощения натрия - SAR).

Во П-ом ландшафтном ярусе естественный ПП представлен сложными комплексами каштаново-луговых солонцеватых в разной степени засоленных почв с солонцами гидроморфными солончаковатыми и солончаковыми. Относительно более высокие позиции в ландшафтах здесь занимают лугово-каштановые солонцеватые почвы, используемые в земледелии. С началом орошения на территории этого яруса в связи с подъемом УГВ увеличились площади гидроморфных почв (при отсутствии дренажных систем), с формированием выпотного водного режима и прогрессирующего засоления.

Серьезного внимания заслуживает влияние рисосеяния на почвы. Орошение способом затопления лугово-каштановых почв при культуре риса, по данным Б.И. Лактионова и В.А. Малеева (1990), привело к существенным изменениям в естественном ходе почвообразовательного процесса. За 25 лет культуры затопляемого риса отмечено уплотнение почвы в слое 0-30 см (объемная масса почвы возросла с 1,2 до 1,44 г/см³, увеличение содержания илистых частиц более чем в два раза, уменьшение содержания гумуса в 1,26 раза, повышение pH - с 7,4 до 8,1).

Снизилась засоленность слоя 0-100 см.

Низкий технический уровень оросительных систем, что способствует большим потерям воды, плохая планировка, приводящая в некоторых местах к деградации гумусового горизонта, нерегулируемость дренажных систем - все это обуславливает развитие восстановительных реакций, вследствие чего окислительно-восстановительный потенциал опускается до низких (менее 200 mv), и даже отрицательных значений.

В почвах рисовых полей распространено глееобразование, ему сопутствует осолодение и слитизация. Вместо сложной, комплексной структуры ПП формируются монотонные по морфологии и другим свойствам вариации гидроморфных осолоделых и солонцеватых почв с плохими физико-химическими и физическими свойствами. Очевидна необходимость совершенствования технологии регулирования водного режима почв под затопляемым рисом.

Следует отметить, что нами рассмотрены вторичные процессы, развивающиеся в тяжелосуглинистых и глинистых почвах при орошении. Именно такой гранулометрический состав характерен для почвогрунтов зоны орошения равнинного Крыма. Почвы скелетные, а также тяжелоглинистые, слитые требуют особого рассмотрения в отношении влияния орошения на их процессы.

В 9 и 10 группах ландшафтных местностей (VI и VII ярусы), где широко представлены скелетные почвы, орошение проводится локально, преимущественно на мелкоземистых почвах. На карбонатных маломощных почвах, подстилаемых известняками, при орошении возможен ирригационный карст. Земли 1 яруса практически не вовлечены в земледелие в силу господства здесь гидроморфных солонцово-солончаковых комплексов почв.

Доля засоленных почв от общей площади орошаемых земель составляет в Крыму около 10%, в том числе средне- и сильнозасоленных -2%. При орошении на фоне дренажных систем, площадь которых в республике составляет около 183 тыс. га, преобладают процессы рассоления почвогрунтов. Вынос солей колеблется в пределах от 4 до 10 т/га, к сожалению, в их составе почвы теряют и питательные элементы, что свидетельствует о необходимости совершенствования совокупности систем орошения, дренирования

и удобрения. Орошение при отсутствии близкого залегания УГВ усиливает тенденции, характерные для элювиальных почв, а потому является существенным фактором почвообразования. Оно вызывает изменения в морфологии и свойствах почв на уровне вида, рода, а иногда и - более высокого таксономического ранга. Однако пока отсутствуют данные о темпах изменений в ПП и возможной обратимости их. Увеличение числа почвенных процессов, преобразующих степные почвы в усложняющейся мелиоративной ситуации, затрудняет разработку достоверных прогнозов направления и скорости трансформации ПП, сокращает возможности регулирования плодородия. Вместе с тем, *ясна необходимость введения экологических ограничений в технологию ирригации по гидрогеологическим условиям, степени естественной дренированности территории, качеству поливных вод* и другим показателям, разработки по которым имеются в орошаемой земледелии, но не всегда используются. Кроме того, необходимы исследования оросительных режимов различных полевых и овощных культур, имеющих свою специфику.

Во всех ландшафтных ярусах равнинного Крыма *качество оросительных вод должно удовлетворять следующим требованиям – минерализация менее 1 г/л; содержание натрия менее 7 мг-экв/л; соотношение $Ca/Na > 0.7$; $aNa/aCa < 3$* . Оптимальное катионное соотношение может достигаться добавлением в воду мелиорантов, содержащих кальций. Обязательным условием воспроизводства плодородия орошаемых почв является четко налаженная служба эксплуатации оросительных и дренажных систем с внедрением в практику оперативного планирования поливов и методов контроля влагозапасов в почвах на основе информационно-советующих систем.

Литература

1. *Вопросы развития Крыма / Научно-практический дискуссионно-аналитический сборник/ Выпуск 10. Состояние окружающей среды и использование природных ресурсов в Автономной республике Крым. – Симферополь: Таврия, 1998. – 114 с.*
2. *Гедройц К.К. Учение о поглотительной способности почв. Избранные сочинения: В 3 т. – М.: Сельхозгиз, 1955. – Т.1. – С. 243-383.*
3. *Гродзинский М.Д. Геосистемы западной части равнинного Крыма, их динамика и устойчивость к оросительным мелиорациям: Автореф. дисс. канд. ...географ. наук: – Киев, 1983. – 20 с.*

4. Драган Н.А. Водно-солевой режим почв орошаемых виноградников Присивашья Крыма: Автореф. дисс. канд. ... с.-х. наук – Симферополь, 1972. – 24 с.
5. Драган Н.А. Антропогенные изменения структуры почвенного покрова (СПП) равнинного Крыма // Труды Международного симпозиума «Структура почвенного покрова» (Москва, 1993). – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 1993. – С. 251-254.
6. Драган Н.А. Влияние орошения на почвенный покров равнинного Крыма // Вопросы развития Крыма. - Симферополь, 1997. – Вып. 3. – С. 61-66.
7. Ковда В.А. Основы учения о почвах: Кн. 1-2. – М.: Наука, 1973. – К. 1. – 447 с. К. 2. - 467 с.
8. Лактионов Б.И. Малеев В.А. Влияние длительного орошения на свойства почв рисовых полей юга Украины и пути повышения их плодородия // Труды III съезда почвоведов и агрохимиков Украинской ССР. «Мелиорация и охрана почв». – Харьков: Общество почвоведов, 1990. – С. 61-63.
9. Позаченюк Е.А. Ландшафтно-типологическая структура Крыма // Вопросы развития Крыма. - Симферополь: Сонат, 1999. – Вып. 11. – С. 20-25.
10. Полупан Н.І., Ковалев В.Г. Наукові і практичні основи формування та управління вторинним галоморфізмом в зрошуваних ґрунтах України // Матеріали 1 з'їзду ґрунтознавців і агрохіміків України. Пленарні доповіді. – Харків, 1994. – С. 28-32.
11. Матеріали корективної крупномасштабної ґрунтової обстеження в Криму // Фондові матеріали (звіти, карти) Кримського філіалу Українського інституту землеустрою Аграрної Академії наук (1966-2001).

Анотація. Н.О. Драган Динаміка ґрунтових процесів що до зрошення агроландшафтів у рівнинному Криму. Викладені результати багаторічних досліджень водно-сольового режиму ґрунтів зрошуваних територій у рівнинному Криму. Розглянуто вплив зрошення що до меліоративного стану у ландшафтних ярусах цього регіону.

Ключові слова: водно-сольовий режим, динаміка рівня ґрунтових вод, засолення, ландшафтні яруси.

Abstract. N.A. Dragan The dynamics of soils processes in the result of irrigation of agrolandscapes in the Plain Crimea. The results of many years researches of water-salt regime of soils of irrigated territories in Plain Crimea are given. The influence of irrigation to the land reclamation situation in the landscape layers this region is considered.

Key words: water-salt regime, dynamics of groundwater level, salinization, landscape layers.

Поступила в редакцію 02.03.2004 г.

УДК 551.24:550.348

О. Н. Сафронов¹,
Л. А. Сим² ✉

Неогеодинамика юго-западной оконечности Восточно- европейской платформы

¹ Отдел сейсмологии института геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины,
г. Симферополь

² Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,
геологический факультет, г. Москва, Россия

Аннотация. Приведена схема геодинамических обстановок территории Украины и прилегающих регионов с эпицентрами землетрясений. Выявлены характерные для платформенной части Украины и прилегающих регионов геодинамические закономерности, связанные с разрывными нарушениями. Дано понятие тектонически активного разрывного нарушения, которое можно принять, как потенциально сейсмоактивный разлом.

Ключевые слова: неогеодинамика, тектоническое нарушение, сеймотектоника, землетрясение, тектонически активный разлом.

Основной задачей комплексных геолого-геофизических исследований при оценке сейсмической опасности особо важных, экологически опасных объектов и сейсмическом районировании разных масштабов, является выделение тектонически активных разрывных нарушений. К потенциально сеймотектоническим структурам, распространенным повсеместно, относятся разломы земной коры различного масштаба и генезиса, представляющие собой разрывы сплошности горных пород от нескольких километров до сотен и тысяч километров.

По современным представлениям в очаге землетрясения образуется разрыв, по которому в течение долей или первых секунд происходит смещение крыльев с выделением упругой сейсмической энергии в виде упругих колебаний.

За геологическое время, измеряемое десятками и сотнями миллионов лет, в результате неоднократных сейсмогенных и асейсмичных перемещений, вертикальные смещения по разломам (поверхность «Мохо») могут достигать 10-20 км, а горизонтальные, по некоторым оценкам – несколько десятков и сотен километров.

В большинстве случаев протяженные разломы земной коры являются границами физических неоднородностей и сохраняют активность длительное время, подавляющее большинство – до современного этапа. Под действием приливных, температурных, гидродинамических процессов в различных по физико-механическим свойствам и значительных по размерам геологических блоках и

структурах возникают различные деформации. Максимальная реализация этих деформаций осуществляется по разломам, разделяющим геологические неоднородности.

В формировании геологических структур, разломной тектоники и геодинамики территории Украины, принимают участие тектонические напряжения разных рангов – глобального, вызванного взаимодействием Земли с окружающими ее физическими полями (Ротационная гипотеза структурообразования в земной коре), планетарного, обусловленного движением литосферных плит и регионального, связанного с зональной активизацией верхней мантии [1-5].

Такой подход в настоящее время почти не вызывает сомнений и нашел достаточно широкое подтверждение в литературе (Рис. 1, [1-5 и др.]).

Одним из самых основных индикаторов геодинамических процессов и современной тектонической активности геологических структур и разрывных нарушений, которые могут представлять опасность для АЭС и других экологически опасных объектов, являются землетрясения.

Для построения схемы геодинамических обстановок территории Украины и прилегающих регионов с эпицентрами землетрясений (Рис. 1) были использованы опубликованные литературные [2-4 и др.] и картографические материалы.

Сейсмологические данные по платформенной части Украины и прилегающим территориям, в том числе данные механизмах очагов землетрясений, кото-

рые использовались для геодинамических построений, взяты из работ [4, 6 и др.]

Тектонические напряжения планетарного и регионального плана, в пределах альпийского складчатого пояса, направлены вдоль разрывных нарушений с юго-запада на северо-восток, а на акватории

Черного моря и Кавказского региона они имеют двойную диагональную направленность с юго-востока на северо-запад и с юго-запада на северо-восток. Эти напряжения вторичны, они менее мощные, чем первые, но также как и они подтверждены проявлением сейсмичности [2, 3, 7 и др.].

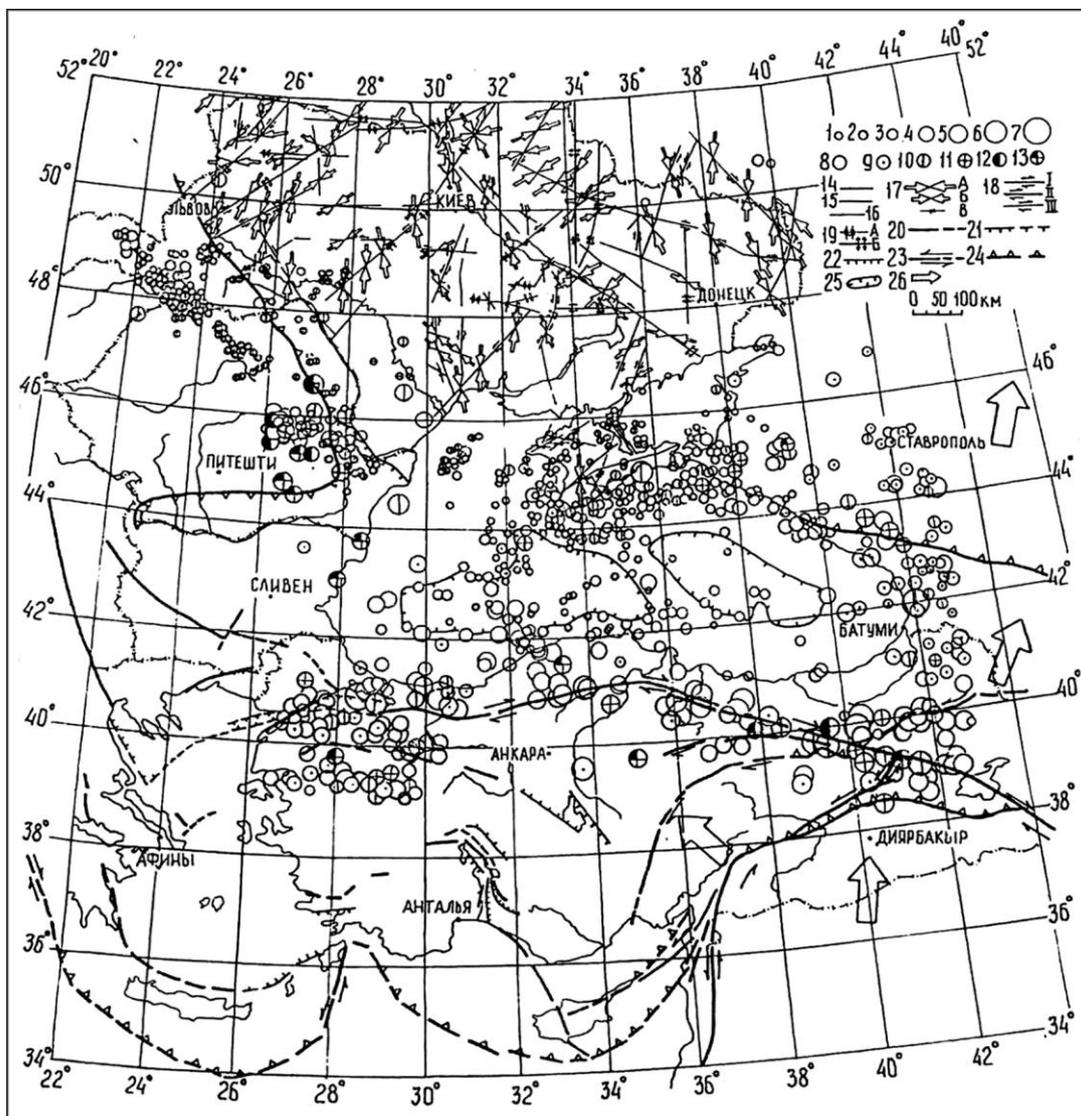


Рис. 1. Схема геодинамических обстановок территории Украины и прилегающих регионов с эпицентрами землетрясений (составил О. Н. Сафронов по [2-6])

Условные обозначения. Очаги землетрясений с магнитудами (по [4, 6]): 1 – $1.5 \leq M \leq 2.4$; 2 – $2.5 \leq M \leq 3.4$; 3 – $3.5 \leq M \leq 4.4$; 4 – $4.5 \leq M \leq 5.4$; 5 – $5.5 \leq M \leq 5.4$; 6 – $6.5 \leq M \leq 7.4$; 7 – $M \geq 7.5$. Глубины очагов в км: 8 – глубина не установлена; 9 – 0-15; 10 – 15-30; 11 – 30-50; 12 – 50-100; 13 – 100-150. Неотектонические разломы юго-западной оконечности ВЕП: 14 – крупные, 15 – средние, 16 – мелкие (локальные); 17 – оси сжатия в горизонтальной плоскости (по данным структурно-геоморфологических исследований) для разломов соответствующих рангов: а – крупных, б – средних, в – мелких; 18 – сдвиги: I – крупные, II – средние, III – мелкие; 19 – разломы, формирующиеся в обстановке сжатия (а) и растяжения (б). Тектонические структуры (пунктир – погребенные и предполагаемые) в зоне взаимодействия литосферных плит (по [2], с дополнениями): 20 – разломы не установленных морфокинематических типов; 21 – сбросы на бортах крупных грабенов; 22 – надвиги; 23 – главные сдвиги; 24 – главные надвиги; 25 – граница «безграничной» части Черноморской впадины; 26 – направления позднечетвертичного сжатия для Африкано-Аравийской, Евразийской плит и Альпийского пояса складчатости.

Для платформенной части территории Украины характерно следующее (Рис. 1):

Одним из самых основных индикаторов геодинамических процессов и современной тектонической активности геологических структур и разрывных нарушений, которые могут представлять опасность для АЭС и других экологически опасных объектов, являются землетрясения.

Для построения схемы геодинамических обстановок территории Украины и прилегающих регионов с эпицентрами землетрясений (Рис. 1) были использованы опубликованные литературные [2-4 и др.] и картографические материалы.

Сейсмологические данные по платформенной части Украины и прилегающим территориям, в том числе данные механизмах очагов землетрясений, которые использовались для геодинамических построений, взяты из работ [4, 6 и др.]

Тектонические напряжения планетарного и регионального плана, в пределах альпийского складчатого пояса, направлены вдоль разрывных нарушений с юго-запада на северо-восток, а на акватории Черного моря и Кавказского региона они имеют двойную диагональную направленность с юго-востока на северо-запад и с юго-запада на северо-восток. Эти напряжения вторичны, они менее мощные, чем первые, но также как и они подтверждены проявлением сейсмичности [2, 3, 7 и др.].

Для платформенной части территории Украины характерно следующее (Рис. 1):

1. Существует несколько систем основных диагональных и ортогональных разрывных нарушений, дополненных направлениями менее значимых разрывных нарушений, с которыми не связана сейсмичность.

2. С тектоническими нарушениями диагональной ориентации, юго-запад – северо-восток и юго-восток – северо-запад, и местами их пересечения связаны проявления сейсмичности [4-7].

3. С удалением от областей альпийской складчатости к центру платформы сейсмическая активность убывает, тектонические напряжения все больше перераспределяются на локальные, а это приводит к современной активизации локальные тектонические нарушения, входящие в крупные суперрегиональные или региональные зоны разрывных нарушений [5, 8].

Поэтому для АЭС и других особо важных объектов могут представлять опас-

ность, в виде проявления землетрясений, как крупные активизированные зоны разрывных нарушений, так и мелкие локальные, активизированные разрывные зоны, которые проявляются в современных экзогенных процессах и могут, за счет вертикальных и горизонтальных движений по ним, привести к повреждению основных зданий и сооружений объектов [8].

Разломы, образовавшиеся в коре древних платформ и определяющие ее современное блоковое строение, в течение многих миллионов лет могут оставаться пассивными, постепенно покрываясь осадочным чехлом и почти не проявляясь в отложениях его наиболее «молодой» толщи. Однако, за счет процессов, происходящих в верхней мантии под древними платформами, и передачей сжимающих напряжений от краевых областей во внутренние, может произойти активизация разломов, возобновление движений по ним либо по вертикали, либо по горизонтали.

Для понимания какая же исходная информация о тектонических нарушениях необходима для сейсмостектонических построений, мы дадим расширенное толкование понятия, что же такое тектонически активный разлом.

Тектонически активными или потенциально сейсмоактивными принято считать разломы глубокого заложения, разделяющие крупные блоки земной коры (выделенные по комплексу геофизических методов и подтвержденные геологическими методами исследований). Эти разломы должны быть выражены в поверхности «Мохо», т.е. иметь некоторую амплитуду смещения, должны проявляться в консолидированном фундаменте и, по возможности, подтверждены бурением и сейсморазведкой. Кроме того, эти разломы должны проявляться в осадочном чехле и быть подтверждены прямыми геолого-геофизическими методами. Должна быть доказана их четвертичная активизация и, по возможности, зафиксированы инструментально (геодезическими методами) современные движения по ним.

Литература

1. Тяпкин К.Ф., Кивелюк Т.Т. Изучение разломных структур геолого-геофизическими методами. – М.: Наука. 1982. – 239 с.
2. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натапов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР: В 2 кн. – М.: Недра, 1990. – Кн.2.–334 с.

3. Сим Л.А. Неотектонические напряжения Восточно-Европейской платформы и структур обрамления. – Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. – М.: МГУ, 1996. – 41 с.
4. Чекунов А.В., Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е. Сейсмическое районирование//Геофизические параметры литосферы южного сектора Альпийского орогена. – К.: Наукова думка, 1996. – С. 98–101.
5. Рейснер Г.И., Иогансон Л.И., Сафронов О.Н., Симова В.И. Сейсмотектоническое районирование платформенных областей (на примере южной части Восточно-Европейской платформы)//Сейсмологический бюллетень сейсмической станции «Минск» (Плещеницы) и «Нарочь» за 1987 г. – Минск, 1991. – С. 86–108.
6. Сафронов О.Н., Симова В. И. Каталог землетрясений и потенциальные сейсмогенные зоны платформенной части СССР//Сейсмологический бюллетень сейсмических станций «Минск» (Плещеницы) и «Нарочь» за 1986 г. ОНТИТИ. – Минск, 1989. – С. 110-125.
7. Борисенко Л.С., Сафронов О.Н., Пустовитенко Б.Г. Сейсмогенные зоны платформенной части Украины и Азово-Черноморского региона//Геодинамика и сейсмопрогностические исследования на Украине. – Киев: Наукова думка, 1992. – С. 31- 41.
8. Сафронов О.Н. Оценка сейсмической опасности особо важных объектов в условиях древней платформы для территории Украины//Материалы V Севастопольского Международного семинара «Фундаментальные и прикладные проблемы мониторинга и прогноза природных, техногенных и социальных катастроф» – «СТИХИЯ-2002». – Крым – Севастополь. – 14-22 сентября, – 2002. – С. 59-64.

Анотація. О. Н. Сафронов, Л. А. Сим **Неогеодинамика юго-западной оконечности Восточно-европейской платформы.** Приведена схема геодинамічних умов території України і прилеглих регіонів з епіцентрами землетрусів. Виявлені характерні для платформенної частини України і прилеглих регіонів геодинамічні закономірності, зв'язані з розривними порушеннями. Дане поняття тектонічно розривного порушення, що можна прийняти, як потенційно сейсмоактивний розлом.

Ключові слова: неогеодинаміка, тектонічне порушення, сейсмотектоніка, землетрус, тектонічно активний розлам.

Abstract. O.N. Safronov, L.A. Sim **Восточно-европейской платформы Neogeodynamics of south-west extremity on East-Europe platform.** The circuit of geodynamical conditions of territory of Ukraine and adjoining of regions with epi centres of earthquakes is given. The geodynamical laws connected to explosive infringements are revealed characteristic for platform of a part of Ukraine and adjoining of regions. The concept of tectonic active explosive infringement is given which can be accepted, as potentially seismically active a fault.

Key words: neogeodynamics, tectonic infringement, seismotectonic, earthquake, tectonic active break.

Поступила в редакцию 12.05.2004 г.

УДК 911.1

А. А. Ключкин✉

Баланс наносов в низкогорье Крыма

Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского,
г. Симферополь

Аннотация. В работе впервые охарактеризован баланс наносов низкогорной территории, находящейся в условиях переходного климата от умеренного континентального к субсредиземноморскому. Скорость тотальной денудации территории в XX веке с учетом и без учета антропогенных процессов составила, соответственно, 0,294 и 0,423 мм/год.

Ключевые слова: наносы, денудация территорий.

1. Понятие о балансе наносов и балансовом методе

Баланс наносов является важнейшим звеном в изучении динамики рельефа и ландшафта - фундаментальной проблемы географии (Меняющийся мир., 1991). Попытки составления баланса предпринимались неоднократно (Дедков, Мозжерин, 1984; Шуйский, 1986; Сафьянов, 1987). В бывшем Советском Союзе пионерные работы в этой области выполнили М. И. Иверонова (1969) для верховьев одной из горных долин Тянь-Шаня и Г. А. Сафьянов (1969) для небольшого участка береговой зоны Черного моря.

Функционирование геосистем определяется геоморфологическими процессами и характеризуется балансом наносов. Для балансовых расчетов необходимы сведения о структуре и скорости процессов, механической и химической, поверхностной, подводной и подземной денудации и аккумуляции. Баланс рассчитывают для конкретных лет и периодов разной продолжительности по фактическим или средним значениям денудации и аккумуляции, полученным с помощью прямых и косвенных методов. В связи с недостаточно полным представлением о структуре, несовершенством методов измерений, небольшим периодом наблюдений и неполнотой сведений об экстремальных проявлениях процессов, расчеты баланса наносов являются пока примерными - ориентировочными. Они выполнены, как правило, для бассейнов малых рек (Иверонова, 1969; Walling, Webb, 1987; Phillips, 1991; Ажигиров, 1991; Голосов, 1988; Голосов, Иванова, Литвин, Сидорчук, 1992; Ключкин, 1996;

Ковальчук, 1997) и отдельных участков береговой зоны моря (Сафьянов, 1969, 1978, 1987; Шуйский, 1981, 1986). Несмотря на известные недостатки, балансовые исследования позволяют увидеть целостную систему действующих рельефообразующих процессов, их распространение в разных ландшафтных условиях, роль в структуре литодинамического потока, выявить неучтенные звенья структуры и динамики, получить результаты, необходимые для решения прикладных задач.

Экзогенные процессы являются основной транспортной системой вещества на поверхности Земли. Они образуют нисходящий (Флоренсов, 1983), или отрицательный (Поздняков, Черванев, 1990) литодинамический поток, взаимодействующий с восходящим (положительным) потоком, направленным из недр к поверхности, в структуре которого доминируют эндогенные процессы.

Важнейшим методом исследования динамики геосистем является балансовый метод. С его помощью оцениваются приходные и расходные элементы баланса вещества, их изменение в пространстве и во времени. Баланс отражает проявление фундаментального закона сохранения вещества и энергии, является наиболее содержательной характеристикой литодинамических потоков.

Приходные и расходные элементы баланса входят соответственно в левую и правую части балансового уравнения. Решение уравнения позволяет выявить балансовую разность (сальдо), которая может быть нейтральной (равной нулю) или значимой.

✉ Корреспонденция принимается по адресу: Географический факультет. Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского. Пр-кт Вернадского, 4, г. Симферополь, 95007.

В формировании рельефа прослеживается тенденция к достижению динамического равновесия - нейтрального баланса массы и энергии (Поздняков, 1988). Расчет баланса за продолжительный период времени предполагает равенство приходных и расходных элементов, т.к. успели себя проявить все составляющие структуры литодинамических потоков, процессы фоновой и экстремальной интенсивности. За короткое время балансовая разность может быть значимой, так как равновесие постоянно нарушается в результате изменения интенсивности и активности процессов. Но «значимая балансовая разность практически всегда компенсируется процессами формирования профиля равновесия, и в этой связи правильно ставить знак равенства между приходными и расходными элементами баланса» (Шуйский, 1986, с. 13). Для расчета баланса наносов обычно выбираются сравнительно небольшие типичные участки (бассейн реки, ячейка береговой зоны), относительно независимые от соседних участков по литодинамическому режиму, в пределах которых изменчивость процессов минимальна (Шуйский, 1986; Сафьянов, 1987).

2. Физико-географическая характеристика балансового участка

Для балансовых исследований выбран типичный участок юго-восточного

макросклона Главной гряды Крымских гор, расположенный между берегом Черного моря (м. Толстый - м.Киик-Атлама) и хребтом Туар-Алан. Он вытянут вдоль берега моря на 24 км и вглубь суши на 10-13 км. Площадь балансового участка 206 кв.км. Его наземная граница проходит вдоль водоразделов и объединяет в единое целое систему бассейнов рек и временных водотоков разного ранга. Это сложная литодинамическая система, открытая к морю. Ей соответствует ячейка береговой зоны, независимая по литодинамическому режиму, отделенная от соседних ячеек мысами-непропусками. Для этого участка береговой системы также рассчитывался баланс наносов, но в этой работе он не характеризуется. В широком плане балансовые исследования предусматривали изучение взаимодействия литодинамических систем суши и береговой зоны моря.

Рельеф балансового участка суши низкорослый, сильно расчлененный, состоя-

щий из коротких хребтов, скалистых гряд, останцовых гор и холмов. Высота рельефа повышается от берега Черного моря до 748 м на хребте Туар-Алан.

Территория балансового участка расчленена долинами рек и временных водотоков, балками, оврагами, лощинами и ложбинами. Наиболее крупным флювиальным образованием является бассейн реки Отузки площадью 75,7 кв.км. Он состоит из долин шести порядков, выделенных на топокарте масштаба 1:10 000 по методике А.Н. Стралера. Густота расчленения рельефа составляет около 9 км/кв. км (Природа Карадага..., 1989).

Балансовый участок сложен осадочными и вулканическими породами юрской, отчасти меловой и палеогеновой систем. Коренные породы на 20% площади покрыты четвертичными отложениями. Наиболее распространены аллювиальные и пролювиальные отложения современного и верхнего отделов четвертичной системы. Их мощность в нижних переуглубленных отрезках долин достигает 20-25 м. Четвертичные отложения представлены, в основном, суглинками с включением крупнообломочных частиц и крупнообломочными отложениями с суглинистым заполнителем.

По устойчивости к денудации все горные породы разделены на устойчивые (известняки, риолиты, риолито-дациты, андезиты-дациты, андезиты, андезитобазальты, базальты), среднеустойчивые (туфопесчаники, вулканические туфы, песчаники, конгломераты) и податливые (глины, алевролиты, мергели, флишоидные и флишевые отложения). Первые распространены на 10%, вторые - на 20% и третьи - на 70% площади балансового участка. Породы каждого класса образуют свой литоморфный рельеф, различающийся по высоте, крутизне и расчленению.

Климат территории переходный от умеренного континентального к субсредиземноморскому. Среднегодовая температура воздуха уменьшается от 12°C на берегу моря до 7-8°C на вершинах хребтов, а количество осадков увеличивается от 400 мм до 600-700 мм в год. Смена умеренно сухих условий на умеренно влажные происходит на высоте около 400 м над ур. моря. Атмосферные осадки выпадают неравномерно, в теплый период года характерны кратковременные ливни. Их сменяют засухи, которые могут продолжаться до двух-трех месяцев. Зимой

снег выпадает несколько раз, но лежит не долго. Засушливость климата, неравномерность выпадения осадков и широкое распространение водоупорных глинисто-алевритистых пород определяют бедность территории поверхностными и подземными водами, неравномерность стока и паводочный режим рек.

Вслед за изменениями высоты рельефа и гидротермических условий изменяется почвенно-растительный покров, что отражается в его высотной поясности. От берега моря к осевой части Главной гряды степной пояс сменяется поясом редколесий и шибляков, а затем лесом. Во всех поясах встречаются скалы и гряды скал с обрывистыми склонами, покрытыми петрофитами и томиллярами.

Ландшафты балансового участка так же, как и ландшафты Крымских гор, испытывали в большей или меньшей степени влияние человеческой деятельности. Заметное антропогенное воздействие началось 4 тыс. лет назад в бронзовый век, усилилось в средневековье и приобрело катастрофический характер в XIX-XX вв. в связи с ростом населенных пунктов, вы-

рубкой леса, выпасом скота и распашкой земель.

3. Структура территориальной природно-хозяйственной системы

Территориальная природно-хозяйственная система состоит из природных, природно-антропогенных и антропогенных ландшафтов (табл. I). Первые включают лес, луговые степи и скалы, вторые - редколесья, шибляки и степи, а третьи - агроландшафты, селитебные и урбанизированные территории. Природные ландшафты занимают 42,5% площади, они характерны в наиболее высокой, удаленной от населенных пунктов и моря части территории. Природно-антропогенные ландшафты (42,2% площади) свойственны нижней половине макросклона гор. Антропогенные ландшафты занимают 15,3% площади и находятся, в основном, на самых низких и пологих элементах рельефа в пределах поясов степей, редколесий и шибляков. Ведущими отраслями являются сельское хозяйство и рекреация. В сельском хозяйстве доминирует виноградарство и виноделие.

Таблица 1. Структура территориальной природно-хозяйственной системы (ТПХС)

Ландшафты	Структура ТПХС	Площадь	
		га	%
Природные	Лес	8110	39.4
	Луговая степь	240	1.2
	Скалы	410	2.0
	Итого	8760	42.5
Природно-антропогенные	Редколесье, шибляки	4690	22.8
	Степь	4000	19.4
	Итого	8690	42.2
Антропогенные	Виноградники, сады, пашня	1950	9.5
	Населенные пункты, предприятия, хранилища	800	3.9
	Дороги	70	0.3
	Гидротехнические объекты	40	0.2
	Искусственные террасы	280	1.4
	Карьеры и отвалы	10	0.1
	Итого	3150	15.3
Всего (суша)		20600	100.0
В том числе Карадагский природный заповедник (суша)		2065	10.0

В течение XX века постепенно возрастала доля сельского хозяйства и рекреационной сферы. Площади населенных пунктов и распаханых земель увеличи-

лись в 3-4 раза. В долинах рек и временных водотоков было построено 68 плотин прудов, отстойников и наносоуловителей, а на склонах хребтов и гряд нарезано бо-

лее ста погонных километров искусственных террас, в результате чего поверхностный сток к началу 80-х годов оказался зарегулированным почти на половине площади. Во второй и третьей четверти XX века карьерами на суше было добыто около 1,9 млн. т горной массы, а из береговой зоны моря изъято 1,5 млн. т песчано-гравийных смесей, что сопровождалось сокращением ширины пляжей и активизацией абразии. В скалах у Солнечной долины, Коктебеля и Краснокаменки были выбиты протяженные штольни подземных хранилищ.

Все выделенные элементы структуры природно-хозяйственной системы есть на остальной низкоргорной территории Крыма, что доказывает репрезентативность участка для балансовых исследований.

4. Методика исследований

Исследования на балансовом участке осуществлялись в течение нескольких последовательных этапов.

Сначала были выделены виды денудационных склонов, качественно отличающиеся друг от друга (Клюкин, Толстых, 1977; Корженевский, Клюкин, Толстых, 1983). Понятие "вид денудационного склона" шире понятия "элементарная морфологическая единица" (Тимофеев, 1984) и соответствует понятию "динамически однородная поверхность" (Осадчий, 1985). В нем интегрируются условия рельефообразования, склоновые процессы и среднемноголетняя скорость денудации, а не только предполагается морфологическая или динамическая однородность.

Во время второго этапа исследований для части территории балансового участка (40 кв.км) были составлены крупномасштабные (1:10 000) карты: геоморфологическая, крутизны поверхности, густоты и глубины расчленения (Природа Карадага..., 1989). С их помощью выявлены разнообразие условий рельефообразования, виды склонов и порядки долин, в пределах которых проявление денудации однородно, установлена структура экзогенных процессов, их распространение в разных ландшафтных условиях.

В течение третьего этапа велись наблюдения за динамикой процессов с помощью прямых и косвенных методов, апробированных ранее в бассейне р. Ворон и в других регионах. Они были начаты в 1981-1982 гг. и частично продолжаются по настоящее время. Система наблюде-

ний включала микронивелировочные площадки, площадки-ловушки, прокрашенные створы, фотоплощадки, стоковые площадки, почвенногрунтовые реперы и другие эксперименты (Толстых Клюкин, 1984; Методы полевых..., 1986). Часть материалов наблюдений опубликована (Природа Карадага..., 1989; Клюкин, Михаленок, 1995; Клюкин, 1996, 2001; Бобра, Боков, Ведь и др., 2001).

Проявления экзогенных процессов за длительное время устанавливались с помощью дендрохронологического, археологического методов, фотометода, по накоплению наносов у различных препятствий.

Ежегодно проводились маршрутные обследования территории с целью выявления новых камнепадов, обвалов, оползней, экспертной оценки активизации процессов.

Количество грунта, перемещенного антропогенными процессами, рассчитывалось по суммарному объему карьеров, плотин, выемок, котлованов, искусственных террас и других антропогенных форм рельефа.

С помощью мониторинга, косвенных методов и аналогов оценена скорость проявления процессов в XX веке в разных ландшафтных условиях.

Полученные результаты позволили выявить структуру нисходящего литодинамического потока и роль различных экзогенных процессов в перемещении вещества. Ранее подобные исследования проводили в бассейнах небольших горных рек А.Рапп (Rapp, 1960) в Северной Лапландии, М.И.Иверонова (1969) в Тянь-Шане и А.А. Ажигиров (1991) на Западном Кавказе.

По результатам количественной оценки были рассчитаны скорости денудации территории в XX веке природными, природно-антропогенными и антропогенными процессами, скорости денудации в основных ландшафтах, тотальная, транзитная денудация и аккумуляция, составлено балансовое уравнение.

Ниже будут рассмотрены только основные результаты проведенного исследования.

5. Структура нисходящего литодинамического потока и роль различных денудационных процессов в перемещении вещества

Нисходящий литодинамический поток питается продуктами механической и химической денудации, перемещаемыми природными, природно-антропогенными и антропогенными процессами (табл. 2). В группу природных и природно-антропогенных процессов входят осыпной снос, камнепады и обвалы, оползание пород, крип, делювиальный смыв и размыв,

эрозия рек и временных водотоков, перемещение вещества селевыми потоками, дефляцией, живыми организмами, суффозией и карстом. Все они транспортировали в XX веке ежегодно в среднем 79575 т, или 54,8% всех продуктов денудации. М.И.Иверонова (1969) предложила рассчитывать относительную интенсивность (долю) каждого процесса в денудации (I) по формуле: $I = M/P$, где M - масса или объем наносов, перемещенных за год со всей площади бассейна или участка (P).

Таблица 2. Роль различных процессов в перемещении вещества в XX веке

Денудационные процессы		Интенсивность сноса (м/га * год)	Масса вещества, смытого с территории 20600 га		
			т / год	%	
Природные и природно-антропогенные	Осыпной снос, камнепады и обвалы	0.492	10139	7.0	
	Оползание	0.097	2000	1.4	
	Крип	0.012	252	0.2	
	Делювиальный смыв, размыв и крип в бедлендах	0.485	9984	6.9	
	Делювиальный смыв со склонов	1.039	21412	14.7	
	Водная и ветровая эрозия почв на сельхозугодьях	0.614	12650	8.7	
	Эрозия в руслах рек и временных водотоков	0.922	19000	13.1	
	Выносы селевых потоков	0.021	440	0.3	
	Дефляция	0.020	405	0.3	
	Биогенная денудация	0.146	2989	2.1	
	Суффозия	0.003	54	0.0	
	Карст	0.012	250	0.2	
	Итого	3.863	79575	54.8	
	Антропогенные	Добыча полезных ископаемых	0.922	19000	13.1
		Строительство населенных пунктов, предприятий, хранилищ и дорог	1.068	22000	15.1
Строительство гидротехнических объектов		0.323	6650	4.6	
Террасирование склонов		0.692	14256	9.8	
Агротехнический крип (пахотная эрозия)		0.053	1100	0.8	
Итого		3.059	63006	43.4	
Механическая денудация		6.979	143773	99.0	
Химическая денудация		0.070	1442	1.0	
Тотальная денудация		7.049	145215	100.0	
Транзитная денудация		0.420	8657	6.0	

Ведущую роль в денудации играют флювиальные процессы - делювиальный смыв и размыв, эрозия рек и временных водотоков. Делювиальный процесс, проявляющийся на большой площади склонов, в бедлендах и на сельхозугодьях, составляет основу структуры верхних звеньев нисходящего литодинамического потока. Он перемещает ежегодно около 30% всех про-

дуктов денудации и около 55% наносов, транспортируемых природными и природно-антропогенными процессами.

Склоновые процессы, являющиеся по Н.И.Маккавееву процессами ближнего переноса, сменяются в средних и нижних звеньях литодинамического потока процессами дальнего переноса - эрозией рек и временных водотоков, а иногда - селевыми пото-

ками. Они перемещают по густой сети русел ежегодно около 14% всех продуктов денудации и более 24% вещества, транспортируемого природными и природно-антропогенными процессами. Флювиальные склоновые и русловые процессы являются главными по площади распространения и массе перемещаемого вещества не только на балансовом участке, но и во всем низкогорье Крыма, в переходных условиях от умеренного континентального к субсредиземноморскому климату.

Комплекс антропогенных процессов денудации включает перемещение вещества при добыче полезных ископаемых, строительстве населенных пунктов, предприятий, подземных хранилищ, дорог, гидротехнических объектов, террасировании склонов, вспашке и культивации (агротехнический крип или пахотная эрозия). В XX веке они перераспределяли ежегодно в среднем 63006 т, или 43,4% всех продуктов денудации (табл. 2). Около 38% массы всего вещества и 88% массы продуктов антропогенной денудации связано со строительством, добычей полезных ископаемых и террасированием склонов. Антропогенные денудационные процессы, за исключением добычи полезных ископаемых, являлись процессами ближнего переноса и перераспределяли отложения по территории балансового участка. Все денудационные процессы на площади 20600 га в XX веке перемещали ежегодно в среднем 145215 т наносов. Около 99% массы составляли продукты механической и около 1% - продукты химической денудации. Эти параметры характеризуют мощность и состав нисходящего литодинамического потока в пределах балансового участка. Средний модуль сноса составил около 7 т/га*год.

Структура и мощность литодинамического потока постоянно изменяются. Его мощность нарастала с начала XX в. к 60-70 м годам, а затем уменьшалась к концу XX века. Основным регулирующим фактором этих изменений была деятельность человека. В настоящее время мощность нисходящего литодинамического потока примерно на одну треть меньше среднего значения, рассчитанного для XX века.

6. Скорость денудации территории природными, природно-антропогенными и антропогенными процессами

Для каждого экзогенного процесса по отношению объема сноса к площади развития была рассчитана средняя скорость денудации в XX веке (табл.3).

В группе природных и природно-антропогенных процессов дефляция снижала поверхность галечно-гравийно-песчаных пляжей на 9,00 мм/год, делювиальный смыв и размыв совместно с крипом понижали склоны в бедлендах на 6,40 мм/год, селевые потоки углубляли русла на 5,50 мм/год, реки и временные водотоки - на 4,26 мм/год, оползни и гравитационные процессы снижали поверхность соответственно на 1,67 и 1,23 мм/год, а делювиальный смыв - на 0,59 и 0,10 мм/год. Средняя скорость денудации поверхности другими процессами не превышала 0,017 мм/год. Все природные и природно-антропогенные процессы снижали поверхность балансового участка в среднем на 0,288 мм/год (механическая денудация) и на 0,294 мм/год (суммарная денудация), что почти вдвое превышает "норму смыва" почв, рассчитанную для последних 2-2,5 тыс лет (субатлантическая эпоха) по накоплению гумусового слоя на датированных поверхностях, и почти в 1,3 раза больше средней скорости денудации, рассчитанной А.А Ажигировым (1991) для влажных субтропиков низкогогорья Западного Кавказа (0,23 мм/год).

В местах разработки полезных ископаемых денудация составила 100,00 мм/год, строительства гидротехнических объектов - 8,75 мм/год, террасирования склонов - 2,16 мм/год. Все антропогенные процессы снижали земную поверхность антропогенных ландшафтов в среднем на 0,95 мм/год, что в 3,2 раза больше чем в природных и природно-антропогенных ландшафтах. Они перемещали около одной трети всех продуктов денудации.

7. Скорость денудации в разных ландшафтных условиях

Денудация проявлялась неравномерно. Природные и природно-антропогенные процессы перемещали в лугово-степных ландшафтах 0,1%, в лесном поясе - 6,2%, со скал - 8,4%, в редколесьях и шибляках - 19,1 %, в степи - 40,3%, в антропогенных ландшафтах - 25,9% вещества. Доля всех процессов составляет соответственно 0,3, 12,3, 5,5, 20,0, 30,0 и 31,9%. Эти значения не отражают в полной мере влияние ландшафтных условий, т.к. в расчетах не учитывалась площадь ландшафтов.

Таблица 3. Средняя скорость денудации на площади развития процессов в XX веке

Денудационные процессы		Площадь развития, га	Объем сноса, м ³ /год	Средняя скорость денудации, мм/год
Природные и природно - антропогенные	Осыпной снос, камнепады и обвалы	382	4715	1.234
	Оползание	60	1000	1.667
	Крип	1050	164	0.016
	Делювиальный смыв, размыв и крип в бедлендах	130	8320	6.400
	Делювиальный смыв со склонов	16960	16614	0.098
	Водная и ветровая эрозия почв на сельхозугодьях	1950	11500	0.590
	Эрозия в руслах рек и временных водотоков	235	10000	4.255
	Выносы селевых потоков	4	220	5.500
	Дефляция	3	270	9.000
	Биогенная денудация	17040	2965	0.017
	Суффозия	300	30	0.010
	Карст *	1770	96	0.005
	Итого (механическая денудация)	19400	55798	0.288
Антропогенные	Добыча полезных ископаемых	8	8000	100.000
	Строительство населенных пунктов, предприятий, хранилищ и дорог	870	11000	1.264
	Строительство гидротехнических объектов	40	3500	8.750
	Террасирование склонов	300	6480	2.160
	Агротехнический крип (пахотная эрозия)	1950	1000	0.051
	Итого (механическая денудация)	3150	29980	0.952
Механическая денудация		20600	85778	0.416
Химическая денудация		20600	1442	0.007
Тотальная денудация		20600	87220	0.423
Транзитная денудация		20600	6251	0.030

* Доля карста вошла в химическую денудацию

Объем вещества, перемещенного с удельной поверхности в разных ландшафтных условиях, приведен в таблице 4. Из таблицы следует, что скорость денудации природными и природно-антропогенными процессами минимальна в лугово-степных и лесных ландшафтах (0,24 и 0,44 куб.м/га), а максимальна в антропогенных ландшафтах и на скалах (5,77 и 11,74 куб.м/га). По сравнению с лесом денудация возросла в редколесьях и шибляках в 5,3

раза, в степи - в 13,1 раза, на скалах - в 26,7 раза. При учете всех процессов различия меньше: 2,8, 4,9 и 8,8 раза. В последней четверти XX века снос с удельной поверхности снизился и приблизился к уровню природных и природно-антропогенных процессов, т.к. прекратилась денудация, связанная с добычей полезных ископаемых, террасированием склонов, строительством подземных хранилищ и прудов.

Таблица 4. Среднегодовая денудация (м³ / га) в разных ландшафтах в XX веке

Денудационные процессы	Ландшафты					
	Лес	Редколесья и шибляки	Степь	Луговая степь	Скалы	Антропогенные ландшафты
Природные и природно - антропогенные	0.44	2.33	5.77	0.24	11.74	4.71
Антропогенные	0.89	1.39	0.78	0.75	0.00	4.13
Все процессы	1.33	3.72	6.54	0.99	11.74	8.83

8. Тотальная и транзитная денудация

Полученные результаты (табл. 2, 3) позволили рассчитать тотальную и транзитную денудацию, т.е. среднегодовое количество вещества, соответственно перемещенного по балансовому участку всеми экзогенными процессами, и удаленного за его пределы.

Скорость тотальной денудации составила 0,423 мм/год. Без учета антропогенных процессов она уменьшится почти на треть - до 0,294 мм/год.

В горах с умеренным и субтропическим климатом (осадков 200-1500 мм/год) средняя расчетная скорость денудации достигает 0,100 мм/год, в горах Средиземноморья - 0,449 мм/год (Corbel, 1959, 1964), что близко к значениям, полученным нами для балансового участка.

Водотоки выносят с балансового участка в море ежегодно 6251 куб.м твердых и растворенных веществ, что соответствует снижению земной поверхности на 0,03 мм/год. Транзитная денудация составляет 7,2% по объему и 6,0% по массе от тотальной денудации. Без учета антропогенных процессов эта доля возрастет до 10,9%. В бассейне реки Ворон она несколько больше – 12,0% (Клюкин, 1996). Не менее 77% объема удаленного вещества составляют продукты механической денудации. С учетом вывезенных за пределы балансового участка добытых полезных ископаемых транзитная денудация возрастет с 0,03 до 0,05 мм/год и ее доля составит 12,9% от объема тотальной денудации. Транзитная денудация уменьшилась во второй половине XX века в связи с зарегулированием части поверхностного стока, прекращением разработок и вывоза трасов.

С.Шумм и А.Юнг предполагали, что скорость денудации горного рельефа значительно больше рассчитанной по стоку рек и может достигать 0,5-0,9 мм/год (Оллиер, 1984). Наши расчеты подтверждают это предположение и свидетельствуют, что тотальная денудация превышает транзитную примерно на порядок.

9. Аккумуляция наносов

Практически все исследователи, рассчитывавшие тотальную и транзитную денудацию или баланс наносов, констатировали, что значительная часть перемещаемых отложений аккумулируется на трассе переноса и не достигает замыкающего

створа. Д.Д.Филлипс (Phillips, 1991) отмечает, что 71-81% всех смытых наносов остается на склонах, 10-21% - аккумулируется на пойме и в русле, 7-16% - удаляется из бассейна.

Разность значений тотальной и транзитной денудации показывает, что на территории балансового участка аккумуляровалось 92,8%, а с учетом вывоза полезных ископаемых – 87,1% объема всех перемещенных в XX веке наносов. Они останавливались там, где уменьшался уклон, имелись препятствия, распластался или уменьшался поверхностный сток, увеличивалась плотность растительного покрова. Около половины протекторов делювиального смыва задерживается травянистым покровом, куртинами деревьев и кустарников, у стволов и камней, на оползнях и террасах. Ареной аккумуляции наносов являются конусы выноса оврагов, днища балок, долин рек и временных водотоков, состоящие из делювиально-пролювиальных шлейфов, поймы и первой надпойменной террасы. На них размещены плантации винограда. Аккумуляция наносов на днищах долин высоких порядков происходит унаследованно в течение всего голоцена и постепенно распространяется регрессивно в средние звенья эрозионной сети. В результате деятельности человека возросла площадь открытых пространств, являющихся ареной развития ускоренной эрозии. Со склонов и сельхозугодий в русла водотоков стало поступать больше наносов, особенно мелких фракций.

Водотоки высоких порядков удаляют значительную часть поступающих в русла взвешенных наносов и растворенных веществ. Основная же масса

влекомых наносов остается в бассейне, откладывается в местах расширения и уменьшения уклона русловых ложбин. В море выносятся только около 10% всех перемещенных паводками крупнообломочных отложений. Значительные паводки не вмещаются в русловые ложбины и распластываются на высокой пойме, наращивают ее наносами. Из-за антропогенного усиления пойменной аккумуляции в нижней половине долин, высокая пойма уже практически не отделяется от первой террасы, образует с ней единый уровень. Аллювий, пролювий и делювий частично задерживаются также на искусственных террасах, у насыпей и плотин разного

назначения. Почти все техногенные отложения только перераспределяются по территории балансового участка. Доля аккумуляции в балансе наносов была до середины XX века меньше, чем сейчас.

10. Баланс наносов

Балансовый участок является открытой системой. В нее поступает вещество со склонов, из русел водотоков, подземных полостей, атмосферы, моря и из других регионов. Расходные элементы включают затраты на аккумуляцию, вынос в море, перемещение в другие регионы.

Приходные и расходные элементы баланса без учета доли антропогенных процессов равны соответственно 80767 т/год. С учетом антропогенных процессов приход и расход увеличились соответственно на 65506 и 63006 т/год, а балансовая разность оказалась положительной (2500 т/год).

В балансовых расчетах не были учтены поступления и потери биогенного вещества, топлива, удобрений и ядохимикатов, утилизация отходов. Структура и сальдо баланса, особенно его антропогенной составляющей, изменялись во времени. Уже более 20 лет на балансовом участке не ведутся разработки полезных ископаемых, строительство предприятий и гидротехнических объектов, террасирование склонов, но возросло поступление стройматериалов и воды из других регионов.

Двадцатый век ознаменовался резким обострением в системе "человек - природа-ресурсы"(Осипов, 2002). Геологическая и геоморфологическая деятельность человека стала сопоставимой с деятельностью природных процессов. Возросли частота и эффективность действия природных катастроф. В XXI веке интенсивность экзогенных процессов, в том числе неблагоприятных и опасных, будет нарастать в связи с потеплением климата, повышением уровня Мирового океана, усилением негативного антропогенного воздействия на природную среду. Это нарастание отчетливо проявилось в последние годы и в Крыму.

Заключение

В работе впервые составлен и проанализирован баланс наносов горной территории, находящейся в условиях переходного климата от умеренного континентального к субсредиземноморскому.

В качестве объекта исследований выбран участок юго-восточного макросклона Главной гряды Крымских гор, расположенный во всех ландшафтных поясах, репрезентативный для низкогорья Крыма.

На территории балансового участка выявлена структура нисходящего литодинамического потока и роль в денудации различных экзогенных процессов. Более половины всей массы вещества перемещали флювиальные склоновые и русловые процессы, а также процессы, связанные с добычей полезных ископаемых, строительной деятельностью и террасированием склонов.

Природные и природно-антропогенные процессы снижали земную поверхность в XX веке в 3,2 раза медленнее антропогенных процессов. Наиболее интенсивно снижались гравийно-галечные пляжи от дефляции, бедленды и русла от эрозии, участки разработок полезных ископаемых и строительства гидротехнических объектов.

Денудация поверхности природными и природно-антропогенными процессами была минимальной в лугово-степных и лесных ландшафтах. По сравнению с лесом она возрастала в редколесьях и шибляках в 5,3 раза, в субсредиземноморских степях – в 13,1 раза, на скалах и береговых уступах – в 26,7 раза.

Скорость тотальной денудации территории без учета антропогенных процессов составила 0,294 мм/год, а с учетом антропогенных процессов – 0,423 мм/год. Тотальная денудация превысила транзитную на порядок.

На балансовом участке аккумулировалось 87,1% всего объема перемещенных наносов. В направлении от верховий долин к морю уменьшается доля русловой эрозии, увеличивается доля бассейновой денудации и аккумуляции.

Приходная и расходная части баланса наносов без учета антропогенных процессов составили соответственно 80767 т/год, а балансовая разность равна нулю. С учетом антропогенных процессов сальдо баланса положительное.

Структура и сальдо баланса изменялись во времени. Во второй и третьей четверти XX века возрастали роль и разнообразие антропогенных процессов; во второй половине XX века уменьшилась доля русловой эрозии и транзитной денудации, увеличилась аккумуляция наносов.

Выявленные закономерности характерны для значительной части низкогорья Крыма.

Литература

1. Ажигиров А.А. О роли различных денудационных процессов в развитии склонов на Северо-Западном Кавказе //Геоморфология. – 1991. – №2. – С. 46-52.
2. Бобра Т.В., Боков В.А., Ведь И.П. и др. Ландшафтно-геофизические условия произрастания лесов юго-восточной части горного Крыма. Симферополь: Таврия - Плюс, 2001. – 133 с.
3. Голосов В.Н. Эрозионно-аккумулятивные процессы и баланс наносов в бассейне р. Протвы //Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр. – 1988. – № 6. – С. 15-24.
4. Голосов В.Н., Иванова Н.Н., Литвин Л.Ф., Сидорчук А.Ю. Баланс наносов в речных бассейнах и деградация рек Русской равнины //Геоморфология. – 1992. – № 4. – С. 62-71.
5. Дедков А.П., Можжерин В.И. Эрозия и сток наносов на Земле. Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 1984. – 264 с.
6. Иверонова М.И. Опыт количественного анализа процессов современной денудации //Изв. АН СССР. Сер. геогр. – 1969. – № 2. – С. 13-24.
7. Клюкин А.А. Баланс наносов в бассейне р. Ворон /Крымские горы//Геоморфология. – 1996. – № 3. – С. 88-96.
8. Клюкин А.А. Мониторинг склоновых процессов Карадага //Карадагский природный заповедник НАН Украины. Летопись природы, т. ХУ. Симферополь: СОНАТ, 2001. – С. 17-23.
9. Клюкин А.А., Михаленок Д.К. Мониторинг склоновых процессов Карадага //Заповідна справа в Україні, 1995. – Т. 1. – С. 84-93.
10. Клюкин А.А., Толстых Е.А. Изучение скорости современной денудации склонов гор //Геоморфология. – 1977. – № 2. – С. 62-69.
11. Ковальчук І. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. Львів: Ін-т українознавства, 1997. – 440 с.
12. Корженевский В.В., Клюкин А.А., Толстых Е.А. Растительность как индикатор скорости склоновых процессов флишевого низкогорья Крыма //Экология. – 1983. – № 4. – С. 24-29.
13. Меняющийся мир: Географический подход к изучению: советско-американский проект. – М.: Прогресс, 1991. – 392 с.
14. Методы полевых геоморфологических экспериментов в СССР. – М.: Наука, 1986. – 160 с.
15. Оллиер К. Выветривание. – М.: Недра, 1987. – 348 с.
16. Осипов В.И. Природные катастрофы на рубеже XXI века //Геоэкология. – 2001. – № 4. – С. 293-309.
17. Поздняков А.В., Черванев И.Г. Самоорганизация в развитии рельефа. – М.: Наука, 1990. – 204 с.
18. Природа Карадага. Киев: Наукова думка, 1989. – 288 с.
19. Сафьянов Г.А. Расчет баланса наносов в береговой зоне //Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр. – 1969. – № 4. – С. 121-126.
20. Сафьянов Г.А. Береговая зона океана в XX веке. – М.: Мысль, 1978. – 263 с.
21. Сафьянов Г.А. Инженерно-геоморфологические исследования на берегах морей. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. – 150 с.
22. Тимофеев Д.А. Элементарные морфологические единицы как объект геоморфологического анализа //Геоморфология. – 1984. – № 1. – С. 19-29.
23. Толстых Е.А., Клюкин А.А. Методика измерения количественных параметров экзогенных геологических процессов. – М.: Недра, 1984. – 117 с.
24. Шуйский Ю.Д. Опыт изучения баланса осадочного материала в береговой зоне Черного моря //Геологический ж-л. – 1981. – Т. 41. – № 5. – С. 82-89.
25. Шуйский Ю.Д. Проблемы исследования баланса наносов в береговой зоне морей. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 240 с.
26. Флоренсов Н.А. Скульптуры земной поверхности. – М.: Наука, 1983. – 174 с.
27. Corbel J. Vitesse de l'érosion //Zeitschrift für Geomorphologie. – 1959. – Bd 3. – H 1. – P. 1-28.
28. Corbel J. J'érosion terrestre, etude quantitative (methodes - techniques – resultats) //Ann. Geograph. – 1964. – Vol. 73. – P. 385-412.
29. Phillips J.D. Fluvial sediment budgets in the North Carolina Piedmont //Geomorphology. – 1991. – Vol. 4. – № 3-4. – P. 231-241.
30. Rapp A. Recent development of mountain slopes in Karkevagge and surroundings. Northern Scandinavia // Geogr. Ann. – 1960. – Vol. 42. – № 2-3.
31. Walling D.E., Webb B.W. Material transport by the world's rivers: evolving perspectives //YAHS Publ. – 1987. – № 164. – P. 313-329.

Анотація. О. А. Клюкин **Баланс наносів у низькогір'ї Криму.** У роботі вперше надана характеристика балансу наносів низькогірської території, розташованої в умовах перехідного клімату від помірно-континентального до субсередземноморського. Швидкість тотальної денудації у XX столітті з обліком та без обліку антропогенних процесів складала, відповідно, 0,294 та 0,423 мм/рік.

Ключові слова: нанесення, денудація територій.

Abstract. A. A. Klyukin **The balance of sediments in the Crimean low-mountain.** In this paper for the first time the balance of sediments in the low-mountain territories, located in the transitional climatic conditions from continental to Mediterranean are characterized. The speed of total denudation in the 20th century with and without anthropogenic processes was, correspondingly, 0,294 and 0,423 mm/year

Key words: sediments, territorial denutation.

Поступила в редакцію 22.01.2004 г.

II.2. Чрезвычайные ситуации и их экологическая оценка

УДК 550.348

Ю. М. Вольфман,
А. М. Скляр,
Б. Г. Пустовитенко

Проблемы обеспечения сейсмической безопасности г. Севастополя

Отдел сейсмологии Института геофизики им. С. И. Субботина НАН Украины,
г.Симферополь

Аннотация. В настоящее время остается нерешенным целый комплекс проблем по обеспечению сейсмической безопасности одного из крупнейших населенных пунктов Крыма - г.Севастополя. В работе приводятся перечень и состояние этих проблем. Предлагаются некоторые пути их реализации в соответствии с основными положениями концепции сейсмической безопасности населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных регионах.

Ключевые слова: сейсмичность, сейсмическая безопасность, сейсмическое районирование, нормативная балльность, инженерно-геологические условия, сейсмический риск.

Введение.

Тема настоящей статьи продиктована необходимостью принятия неотложных мер по обеспечению сейсмической безопасности г.Севастополя, ставшего объектом особого внимания в силу следующих причин:

1. Севастополь представляет собой крупную промышленно-городскую агломерацию с многотысячным населением и крупным промышленным производством. Город расположен в зоне с повышенной сейсмичностью, подвергаясь воздействию землетрясений, происходящих в акватории Черного моря как в пределах Ялтинско-Алуштинской (Южнобережной) сейсмогенной зоны, так и в непосредственной близости от Севастополя. В качестве примера можно привести землетрясение 11 сентября 1927 года, нанесшее городу ущерб на сумму более 8 млн руб (в ценах того времени) [1], ощутимое землетрясение 6 августа 1972 года, вызвавшее панику среди населения города [2], историческое землетрясение 480 года, разрушившее г.Херсонес [3].

2. В настоящее время осуществляется разработка программ развития Севастополя, в том числе, Генерального плана застройки города на период до 2020 года. В рамках этих программ вопросы обеспечения сейсмической безопасности должны рассматриваться как первостепенные. Однако новейшая сейсмологическая информация для этих целей не была востребована, а неоднократные обращения к городским властям по поводу принятия

мер по сейсмической безопасности города остались без ответа.

3. Проблемы обеспечения сейсмической безопасности Севастополя характерны для большинства населенных пунктов, расположенных в пределах сейсмоопасных регионов Украины. Однако особый административный статус Севастополя, с одной стороны, создает некоторые дополнительные проблемы организационно-финансового характера, с другой стороны, позволяет для обеспечения сейсмической безопасности города востребовать средства, находящиеся в распоряжении центральных органов государства.

Основные положения концепции сейсмической безопасности.

Как это ни прискорбно для человечества, но гарантированной сейсмической безопасности невозможно достичь в принципе, равно как на сегодняшний день невозможен уверенный краткосрочный (с точностью до нескольких часов или хотя бы дней) прогноз времени сильного или катастрофического землетрясения в определенном месте. Хотя большинство людей, далеко отстоящих от проблем сейсмологии и сейсмотектоники, как правило, именно краткосрочный прогноз считает основным элементом сейсмической безопасности и готово верить любым, подчас самым невероятным слухам по этому поводу, следует признать, что этот аспект в настоящее время представляет более научный, нежели практический интерес.

Существующая в настоящее время концепция сейсмической безопасности,

положенная в основу сейсмостойкого строительства в пределах сейсмоопасных регионов земного шара, имеет целью минимизацию людских и материальных потерь при землетрясениях и в общем виде предусматривает следующее:

- разработку и обновление (с периодичностью 10-20 лет) разномасштабных карт сейсмического районирования (в баллах сейсмической сотрясаемости, например, по шкале MSK-64, или в инженерных терминах), основанных на данных многолетнего сейсмологического мониторинга, на изучении строения и динамики земной коры, на новейших методических разработках в этих областях знаний; карты сейсмического районирования, утвержденные компетентными государственными органами в качестве нормативных документов, регламентируют уровень антисейсмических мероприятий при строительстве объектов различного назначения в областях с определенной прогнозируемой сейсмичностью;

- оценку сейсмического риска, рассматриваемого как вероятность обусловленного землетрясением материального ущерба для определенной территории; оценки сейсмического риска имеют первостепенное значение при прогнозе последствий землетрясений и принятии на различных уровнях решений, обеспечивающих оптимизацию затрат на антисейсмические мероприятия, минимизацию людских потерь и экономического ущерба от землетрясений;

- применение при строительстве зданий и сооружений сейсмостойких проектов, отвечающих уровню прогнозируемой сейсмичности в каждом конкретном районе застройки;

- повышение (приведение в соответствие с прогнозируемой сейсмичностью) уровня сейсмической защиты ранее возведенных зданий и сооружений путем их паспортизации и осуществления дополнительных антисейсмических мероприятий;

- обеспечение инженерной защиты территорий, слабоустойчивых по отношению к сейсмическим воздействиям (обвально-оползневых склонов, карстово-суффозионных участков и т.п.);

- осуществление контроля за качеством строительства и за соответствием применяемых антисейсмических мероприятий проектным параметрам при строительстве;

- разработку мероприятий по спасению людей и имущества при землетрясении и по оказанию помощи (медицинской, материальной и др.) пострадавшим; организацию для этих целей специальных, соответствующим образом обученных и оснащенных формирований;

- различные виды страхования и т. п.

Первые два положения из вышеперечисленных являются основополагающими, поскольку уровень оценок, полученных при сейсмическом районировании и при расчете сейсмического риска, предопределяет параметры и характер действий при реализации остальных положений концепции сейсмической безопасности.

Данный концептуальный подход является оптимальным, применяется практически повсеместно и призван обеспечить минимальные потери от землетрясений при обоснованном уровне затрат на строительство в сейсмоопасных регионах. Отступления от положений данной концепции в Украине, некоторые из которых будут рассмотрены на примере г.Севастополя, обусловлены недостаточным материально-финансовым обеспечением, несовершенством законодательно-правовой базы, регламентирующей обязательность выполнения условий сейсмической безопасности, а также нескоординированными действиями лиц и учреждений, от которых зависит своевременное принятие ответственных решений и необходимых мер.

Определение (уточнение) нормативной балльности территории г. Севастополя (общее сейсмическое районирование).

Основным документом, отражающим прогнозируемую интенсивность сейсмических воздействий (в баллах шкалы MSK-64) на территорию от всех известных и потенциальных сейсмогенерирующих зон, является карта общего сейсмического районирования (ОСР) страны или региона в масштабе 1:1000000 и мельче, обновляемая (по мере накопления сейсмологических и геолого-геофизических материалов) с периодичностью 10-20 лет. Карта сопровождается перечнем населенных пунктов, расположенных в зонах с тем или иным уровнем сейсмичности. Она получает статус нормативного государственного документа после ее одобрения и утверждения Госстроем Украины с внесением в СНиП (раздел «Строительство в сейсмических районах») соответствующих до-

полнений и изменений. В соответствии с Постановлением Кабинета министров Украины №699 от 28 июня 1997 г., составление карт сейсмического районирования и оценка сейсмического риска возложены на геофизическую службу Национальной академии наук Украины, в частности, на Институт геофизики им.С.И.Субботина.

В соответствии с ныне действующей картой общего сейсмического районирования СССР – ОСР-78, территория г.Севастополя относится к 7-ми балльной зоне, предполагая возможность сейсмических воздействий с $I=7$ баллов 1 раз в 1000 лет (индекс T_2) [4].

В 1998г. Институтом геофизики НАН Украины совместно с Крымским экспертным советом по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений (КЭС) завершены исследования по уточнению сейсмической опасности территории Крыма. По результатам выполненных работ составлены карты общего сейсмического районирования масштаба 1:1000000 (ОСР-98) [5]. В соответствии с новой методологией составления карт ОСР, разработанной в рамках Международной Программы глобальной оценки сейсмической опасности (GSHAP) и территории Северной Евразии, в отличие от действующей нормативной карты ОСР-78 осуществлен расчет сейсмической интенсивности для периодов 100, 500 и 1000 лет с разной степенью сейсмического риска на ближайшие 50 лет. Согласно новым картам, исходная сейсмичность для г. Севастополя составляет: 7 баллов для периода повторения 100 лет; 8 баллов для периодов 500 и 1000 лет. При проектировании выбор исходной сейсмичности зависит от важности и экологической опасности сооружения. Для большинства объектов промышленного и гражданского строительства должна приниматься сейсмичность для периода $T=500$ лет при 10%-й вероятности превышения расчетной интенсивности на ближайшие 50 лет.

Карты ОСР-98 одобрены НТС Госстроя Украины (решение №72 от 02.12.1998г.) и введены в действие в качестве нормативных на территории Крыма с 18 апреля 2000 года Министерством архитектуры и строительной политики АР Крым (приказ №25-А от 30.05.2000г.). При этом Госстроем было предписано своим Управлениям организовать разработку в 1999 году новой редакции нормативного документа СНиП «Строительство в сейсмических

районах» с учетом результатов карты ОСР-98 для территории Крыма.

Таким образом, одна из вышеперечисленных задач по обеспечению сейсмической безопасности Севастополя, на первый взгляд, уже решена. Однако, несмотря на постановления, принятые на высоких административных уровнях, новые карты до настоящего времени не нашли своего отражения в СНиП-II-7-81* в виде соответствующих дополнений и изменений. Кроме того, к новым картам не приложен конкретный перечень зданий и сооружений, сейсмичность которых необходимо назначать по одной из карт А, Б, В (ОСР-98).

Таким образом, для решения первой проблемы обеспечения сейсмической безопасности Севастополя, равно как и других населенных пунктов Крыма, необходимо:

- *внести изменения в действующий СНиП-II-7-81* с учетом карты ОСР-98 территории Крыма;*

- *разработать и узаконить в соответствующих ГОСТах и в СНиП-II-7-81* классификацию зданий и сооружений по степени ответственности, уровню потенциальной экологической опасности и сроку службы в соответствии с идеологией новой карты ОСР-98.*

Оценка влияния локальных инженерно-геологических условий на уровень сейсмичности территории г.Севастополя (сейсмическое микрорайонирование).

Нормативная балльность, по определению, относится к «средним» грунтовым условиям, поэтому, в зависимости от особенностей инженерно-геологического строения территории интенсивность сейсмических воздействий локально может изменяться на 1-2 балла. Степень влияния инженерно-геологических условий на уровень сейсмической балльности определяется по результатам сейсмического микрорайонирования (СМР) территорий населенных пунктов в масштабе 1:10000. Составление этих карт, в соответствии с «Положением о порядке разработки, согласования и утверждения карт общего, детального сейсмического районирования и сейсмического микрорайонирования», утвержденным Госстроем Украины в 1993 г., и Постановлением Кабмина Украины №699, также является прерогативой Института геофизики НАН Украины. По мере составления, эти карты должны утверждаться Госстроем

Украины, обретая статус нормативных документов.

Предыдущая оценка влияния локальных инженерно-геологических условий территории г. Севастополя на интенсивность сейсмических воздействий была выполнена Отделом сейсмологии Института геофизики НАН Украины еще в 1975г. По материалам проведенных исследований была составлена первая в Украине, утвержденная Госстроем Украины 20 апреля 1977г. (приказ №93), карта сейсмического микрорайонирования масштаба 1:25000.

В связи с составлением новых карт ОСР, изменением требований СНиП, ухудшением сейсмических свойств грунтов в результате возросших техногенных нагрузок и сложностью инженерно-геологических условий действующая карта СМР масштаба 1:25000 требует значительной корректировки. Необходимо проведение крупномасштабных (1:10000) кондиционных исследований по сейсмическому микрорайонированию г. Севастополя. В последние годы подобные карты были составлены Отделом сейсмологии Института геофизики НАНУ и Крымским экспертным советом по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений для многих населенных пунктов Крыма (Ялта, Алушта, Судак, Феодосия, Керчь, Партенит). Заказчиком работ по СМР этих населенных пунктов выступало Правительство АР Крым. Финансирование аналогичных работ на территории Севастополя, учитывая статус последнего, из бюджета АР Крым не предусматривалось. Что же касается средств, выделяемых государством на проведение и интерпретацию сейсмологических наблюдений в Крымско-Черноморском регионе и на сейсмическое микрорайонирование территории населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных регионах Украины, то объемы их явно недостаточны для проведения исследований по сейсмическому микрорайонированию.

Составление новой карты СМР для территории г. Севастополя требует проведения комплекса инженерно-геологических, инструментальных сейсмологических и геолого-тектонических исследований.

Инженерно-геологические исследования необходимы для построения (уточнения, детализации) карты инженерно-геологических условий с целью изучения

влияния этих условий на приращения сейсмической балльности и проведения границ участков с различными уровнями ее приращения. Потребуется сбор и обобщение результатов всех ранее проведенных инженерно-геологических работ, выполняемых различными организациями на территории города, а также проведение некоторого объема дополнительных исследований в более крупном масштабе для доведения карты до необходимого уровня детальности.

Наиболее эффективным инструментальным сейсмологическим методом при решении задач СМР является регистрация максимально возможных для данной территории землетрясений. Однако, в связи с тем, что подобные события происходят относительно редко даже в высокосейсмичных регионах, при составлении карты СМР территории г. Севастополя необходимо применить комплекс инструментальных сейсмологических методов, включающий регистрацию специальных взрывов, высокочастотных микросейсм и сейсморазведочные наблюдения (метод сейсмических жесткостей). Следует отметить, что в условиях Севастополя, в отличие от многих других изучаемых объектов, потребуется проведение минимального количества специальных взрывных работ, чему способствует регулярное проведение промышленных взрывов на карьерах в Балаклаве. Комплексное применение этих трех методов инструментальных сейсмологических наблюдений позволит получить полную картину распределения приращений сейсмичности на всей изучаемой территории для различных инженерно-геологических условий.

Проведение комплекса геолого-структурных исследований обусловлено необходимостью выявления, картирования и идентификации зон новейших тектонически активных разрывных нарушений, которые на картах СМР, в соответствии с требованиями СНиП-II-7-81*, выделяются как зоны, неблагоприятные для застройки. Неблагоприятными являются также участки развития оползневых процессов и крутые склоны, что обуславливает необходимость проведения специальных работ по уточнению границ оползнеопасных участков и некоторого объема морфометрических исследований.

Учитывая большую площадь г. Севастополя (около 100 км²), трудоемкость исследований и длительное время,

необходимое для их проведения, а также неизбежность значительных финансовых вложений в проведение работ по СМР на всей территории города, рекомендуется следующий поэтапный подход к реализации этой проблемы:

1. Уточнение существующей карты инженерно-геологических условий масштаба 1:25000. Составление на ее основе карты инженерно-геологического районирования территории г. Севастополя и районирования по категориям грунтов по сейсмическим свойствам с выделением участков, неблагоприятных в сейсмическом отношении (зон тектонических нарушений, оползней, крутых склонов, площадей развития карстовых процессов). Полученная в результате этого этапа работ информация должна использоваться в дальнейшем в качестве инженерно-геологической основы сейсмического микрорайонирования.

2. Одновременно с уточнением инженерно-геологических условий территории г. Севастополя необходимо проведение инструментальных исследований по СМР в пределах участков первоочередной застройки, площадок размещения особо важных и экологически опасных объектов, участков развития неблагоприятных в сейсмическом отношении геологических процессов. Районы первоочередного проведения работ по СМР, их границы, очередность и сроки исследований определяются администрацией г. Севастополя по согласованию с Институтом геофизики НАН Украины.

3. Результаты сейсмического районирования отдельных районов (участков) города должны рассматриваться и утверждаться градостроительным Советом г. Севастополя. Утверждение итоговой карты СМР для всей территории г. Севастополя осуществляется Госстроем Украины в соответствии с вышеуказанным «Положением ...» от 1993 г.

Таким образом, второй проблемой по обеспечению сейсмической безопасности г. Севастополя является **проведение сейсмического микрорайонирования территории города.**

Оценка сейсмического риска.

Для оценки сейсмического риска г. Севастополя необходимо осуществить:

- районирование элементов сейсмического риска с их паспортизацией и классификацией;

- изучение корреляционных зависимостей между интенсивностью сотрясений и уязвимостью отдельных элементов риска;

- оценку ущерба для совокупных элементов риска.

Следует отметить, что ни одна из названных задач для города ранее не решалась. К тому же, кроме прямого ущерба, связанного с разрушением зданий и сооружений, гибелью людей, существует большое количество вторичных, труднопрогнозируемых эффектов: пожары, оползни, стагнация производства и др., вклад которых в суммарный ущерб по городу может оказаться гораздо больше прямых потерь.

Отметим, что даже грубые оценки сейсмического риска имеют важное значение при разработке сценариев землетрясений и принятии решений на различных уровнях.

Сейсмологический мониторинг.

Вышеперечисленный список сейсмологических аспектов обеспечения сейсмической безопасности г. Севастополя может дополнить организация службы сейсмологического мониторинга с целью срочного оповещения руководства города и его компетентных органов о наиболее значительных сейсмических событиях в ближней зоне Крымско-Черноморского региона. Оперативная информация может предоставляться непосредственно с сейсмической станции Института геофизики НАН Украины «Севастополь», расположенной в пос. Черноречье, или из Регионального сейсмологического центра в Симферополе. Из этого же Центра могут регулярно предоставляться руководству г. Севастополя ежемесячные (еженедельные) сводки о сейсмических событиях в регионе.

При условии создания локальной сети инструментальных сейсмологических наблюдений на территории Севастополя и в непосредственной близости от нее, система сейсмологического мониторинга будет в состоянии решать задачи по уточнению пространственно-энергетических параметров местных сейсмогенерирующих зон и, соответственно, по уточнению степени сейсмической опасности.

Заключение.

Из вышесказанного очевидно необходимость безотлагательного принятия мер по обеспечению сейсмической безопасности территории г. Севастополя. Учитывая важность и масштабность предлагаемых

мероприятий, удовлетворяющих требованиям концепции сейсмической безопасности крупных населенных пунктов, расположенных в сейсмически опасных регионах, решение этой проблемы предполагает координацию усилий органов государственной и местной исполнительной власти (Правительства Украины в лице Гостроя Украины, Правительства АР Крым и администрации г. Севастополя), научно-исследовательских (Института геофизики им.С.И.Субботина НАН Украины) и проектно-исследовательских учреждений соответствующего профиля.

Институт геофизики им.С.И.Субботина НАН Украины и, в частности, Отдел сейсмологии Института, может взять на себя разработку программы по указанным направлениям обеспечения сейсмической безопасности территории г. Севастополя и дальнейшую реализацию этой программы в сроки и на условиях, согласованных с администрацией г. Севастополя и Гостроем Украины. Неоценимую помощь в

координации усилий всех заинтересованных сторон могут оказать Крымский экспертный совет по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений и Крымский научный центр НАН Украины.

Литература

1. Князева В.С. Архивные материалы по макро-сейсмическому обследованию Крымского землетрясения 11 сентября 1927 г. // Сейсмологический бюллетень Украины за 1997 г. – Симферополь, 1999. – С.88-100.
2. Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Горячун А.В. Землетрясения Крымско-Черноморского региона (инструментальный период наблюдений). - К.: Наук. Думка, 1989. - 192 с.
3. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – 536 с.
4. Сейсмическое районирование территории СССР. Методические основы и региональное описание карты 1978 г. – М.: Наука, 1980. – 308 с.
5. Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Борисенко Л.С., Поречнова Е.И. Общее сейсмическое районирование территории Крыма (ОСР-98) // Геофиз. журнал, 1999, №6. – С.3-15.

Анотація. Ю. М. Вольфман, О. М. Скляр, Б. Г. Пустовитенко **Проблеми забезпечення сейсмічної безпеки м. Севастополя.** В даний час залишається невирішеним цілий комплекс проблем по забезпеченню сейсмічної безпеки одного із найбільше населених пунктів Криму – м.Севастополя. У роботі приводиться перелік та становище цих проблем. Пропонуються деякі шляхи їх реалізації у відповідно з основними положеннями концепції сейсмічної безпеки населених пунктів, розташованих у сейсмонебезпечних регіонах.

Ключові слова: сейсмічність, сейсмічна безпека, сейсмічне районування, нормативна балльність, інженерно-геологічні умови, сейсмічний ризик.

Abstract. Yu. M. Volfman, A. M. Sklar, B. G. Pustovitenko **The problems of the provision seismic safety the town of Sevastopol.** At present remains the undecided whole complex of the problems on provision of seismic security of one the most populated points of the Crimea – the town of Sevastopol. In work lead to the list and condition of these problems. They are offered some way to their realization in accordance with the main positions of the concepts to seismic safety of populated points, located in dangerous seismoregions.

Key words: Seismicity, seismic safety, seismic division into districts, normative point, engineering - geological conditions, seismic risk.

Поступила в редакцію 21.04.2004 г.

УДК 911. 1

А. Н. Олиферов ✉

О селевых паводках в Крыму

Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского,
г. Симферополь

Аннотация. Рассматриваются случаи прохождения селевых паводков в Крыму. Предлагается районирование селевых потоков и карта их распространения. Рекомендуются организационно-хозяйственные, лесомелиоративные и гидротехнические мероприятия по борьбе с селями.

Ключевые слова: селевые паводки, карта, меры борьбы.

Каждый кто посещал картинную галерею И. К. Айвазовского в г. Феодосии, обращал внимание на полотно под названием «Наводнение в Судаке». На картине изображен момент, когда бурный коричневого цвета поток, представляющий собой смесь воды, грязи и камней, опрокидывает арбу, запряженную парой волов. Именно так выглядят разрушительные селевые потоки, периодически проходящие в Крыму. в свое время, заинтересовавшись указанной картиной с позиции селеведения, мы обратились с просьбой к заведующему картинной галереей, к художнику Н. Барсамову сообщить дополнительные сведения об интересующем нас произведении. В ответном письме Н. Барсамов сообщил, что на картине изображен поток около мыса Алчак. Вода имеет оливковый цвет, а на обороте рукой мастера написано «Ливень в Судаке». Видимо это было первое дошедшее до нас наглядное свидетельство о селях в Крыму.

В работе Н. Н. Клепинина (1937 г.) характеризуется поток, возникший на р. Демерджи около г. Алушты в сентябре 1899 г., которым было снесено и занесено несколько десятин виноградников. В устье р. Демерджи образовался временный полуостров, состоящий из земли, камней, деревьев, винных бочек, фруктовых ящиков и прочего. Далее им указывалось, что в долине р. Ворон поток нанес на старые виноградники хрящевые наносы мощностью 50 – 70 см и совершенно их уничтожил, а после дождя в море образовались большие языки мутной воды от смытого ценного почвенного мелкозема. Сильные ливни были отмечены в 1905, 1909, 1910,

1911 гг. Потоки, возникшие в результате этих дождей, произвели большие разрушения и размывы. Во время ливня 1905 г. селевой поток уничтожил в долине р. Ускуп 50 га садов. Ливень 1909 г причинил подобные же убытки.

Как отмечает А. И. Полканов (1960) беспощадная вырубка крымских лесов влекла за собой размыв долин и катастрофические паводки, разрушающие фруктовые сады и виноградники. Так, например, 18 июля 1911 г. ливень причинил огромные бедствия в деревне Ай-Серез (в то время Феодосийский уезд). Погибло 6 детей, 10 домов и 30 сараев были полностью разрушены, 30 домов повреждены так, что в них нельзя было жить. Сильно пострадали в Воронской долине все фруктовые сады и виноградники. Часть их была полностью смыта и занесена камнями и землей. Жителям деревень Ай-Серез и Ворон был причинен убыток по исчислению Таврической губернской земской управы в сумме 50 тыс. рублей, не считая гибели садов и виноградников. Все жители были разорены.

Типичный селевой паводок прошел в этом месте в 1939 году 12 августа. Паводком было разрушено и занесено 3 жилых дома, занесена дорога, виноградники и сады. В устьях селеопасных притоков образовались конусы выноса шириной 60-120 м и мощностью 1,5 – 3,0 м.

Большие разрушения произвел селевой паводок, прошедший в ночь с 12 на 13 июня 1948 г. в бассейне р. Ускуп. Наносов было так много, что в устье образовалась коса длиной 40 м, а морской причал оказался на суше. При этом было повреждено 153 га угодий, из них 16 га виноградни-

✉ Корреспонденция принимается по адресу: Географический факультет. Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского. Пр-кт Вернадского, 4, г. Симферополь, 95007.

ков полностью были занесены селевыми выносами; смыто и занесено 30 га табачных плантаций. Результаты разрушительной деятельности потока были хорошо видны даже через 7 лет, когда мы проводили обследование этого бассейна.

Значительные селевые паводки прошли 23 июня 1956 г. в бассейнах рек Шелен, Ворон и Ай-Серез. После прохождения селей в устье р. Ворон сформировалась коса из селевого материала, вдающаяся в море на 62 м, а в устье р. Шелен береговая линия переместилась в море на 41 м. В бассейнах этих рек 120 га плодоносящих виноградников были повреждены потоком, из них 12 га были полностью занесены обломками глинистых сланцев и песчанников (Рис. 1). Наполовину погиб молодой сад площадью 9,5 га у с. Междуречье. В долине р. Ай-Серез мощность селевых выносов достигла 1,5 м (Олиферов, 1963).



Рис. 1. Виноградник, занесенный селевым потоком в долине р. Ворон

В июле 1967 г. на р. Кутлак на землях совхоза «Веселовский» сформировали мощный селевой паводок, глубина его достигала 1,5 м, а скорость 4 – 5 м/с. Кроме щебня и мелких глыб сель переносил бревна, железобетонные опоры с виноградников. Мощность селевого потока оказалась достаточной для того, чтобы в него был вовлечен грузовой автомобиль. В 1,2 км от устья, где река делает поворот, машина была перевернута несколько

раз и протаскана селом на 20 м. Более 20 детей, которые ехали в кузове грузовика купаться в море, погибли. Сейчас в этом месте сооружен памятник (Селеопасные районы, 1976 г.).

Селевые паводки проходят также и в Западной части Южного берега. В Ялте в 1949 году единовременный вынос селевого материала после селя на р. Учан-Су составил 1,5 млн. м³. В это время был занесен селевыми отложениями корпус санатория «Кастрополь», пострадали служебные помещения и дороги. В декабре 1955 г. и в январе 1959 г. селевые потоки проходили в Ореандской балке вблизи Ливадии. Мощность селевых выносов на шоссе достигла 1,5 м. Селевыми отложениями была занесена легковая машина и автобус (Рис. 2).



Рис. 2. Автобус, занесенный селом в Ореандской балке.

Периодически проходящие в Крыму селевые потоки потребовали научного обобщения и разработки мер борьбы с ними. Для этой цели создавалась инициативная группа из представителей научных и производственных учреждений. В ее составе работали Б. М. Гольдин, Б. Н. Иванов и А. Н. Олиферов, которыми была опубликована первая серия работ по селевой проблеме.

Первые научные итоги изучения селевых потоков в Крыму были подведены, на состоявшейся в 1957 г. в г. Симферополе, селевой конференции. Позже в Крыму различными ведомствами начали создаваться специальные подразделения по изучению селевых потоков. В первую очередь – это отдел карстологии и селей Института минеральных ресурсов. В 1965 г. в г. Белогорске была организована Крымская селестоксовая станция. В то же время начал работать, созданный по инициативе куратора Мингео по селям А. Н. Олиферов

ва, селевой стационар «Ворон» Ялтинской гидрогеологической и инженерно-геологической партии.

Селевой отряд Института минеральных ресурсов, работавший под руководством автора, осуществлял комплексные исследования селевых бассейнов. По существу это была селевая экспедиция. К сожалению, в связи с экономическими трудностями почти все работы по изучению се-

левых потоков оказались прерванными. Только селестоковая станция производит обследование селевых потоков, по оставленным ими следам. Да возобновились работы Ялтинской партии на стационаре.

Основные районы распространения селевых потоков в Крыму отображены на составленной автором карте селеопасности (Рис. 3).

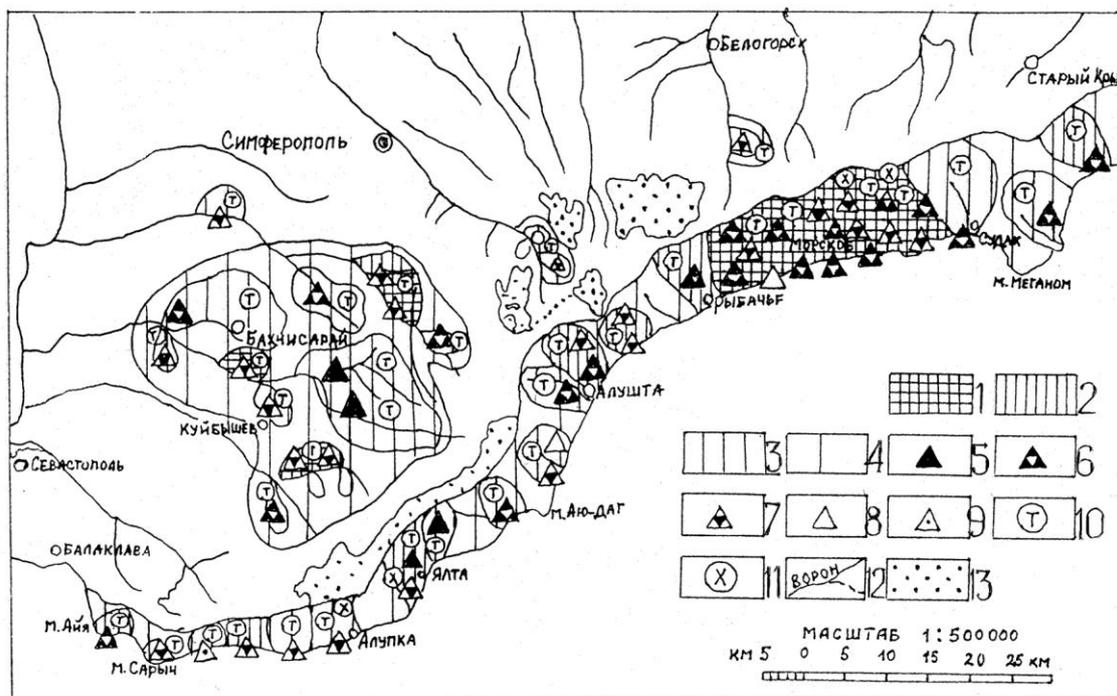


Рис. 3. Карта селевой опасности в Крыму.

- 1 – сильная степень селевой опасности; 2 – средняя степень селевой опасности;
3 – слабая степень селевой опасности; 4 – потенциальная селевая опасность; 5 – водно-крупноглыбовые сели;
6 – водно-мелкоглыбовые сели; 7 – водно-щебнистые сели; 8 – грязеглыбовые сели; 9 – грязещебнистые сели;
10 – дождевые сели, проходящие в теплую часть года; 11 – дождевые сели, проходящие в холодную часть года;
12 – речные русла; 13 – территории, лишенные гидрографической сети (яйлы).

В основу районирования, как и при выявлении селеопасных районов бывшего Советского Союза (1976) было положено три критерия.

Основной – соотношение селевых и неселевых русел, то есть встречаемость явления и два дополнительных: частота схода селей (повторяемость и объем единовременных выносов обломочного материала). Таким образом, было выявлено три категории селеопасности:

- **значительная**, при которой селевых русел больше, чем неселевых. Сели сходят часто и объем единовременных селевых выносов более $100\ 000\ м^3$;

- **средняя категория**, когда количество селевых русел меньше, чем неселе-

вых – отмечается средняя повторяемость при объеме $10\ 000\ м^3 - 100\ 000\ м^3$;

- **слабая** – селевые русла единичны, сели сходят редко, а их объемы менее $10\ 000\ м^3$.

Кроме того, были выделены районы потенциальной селевой активности – это районы, где в прошлом селевые паводки не проходили, но по природным условиям они возможны при неблагоприятной антропогенной деятельности.

В последние годы среди исследователей-селевиков обсуждаются преимущественно два вопроса: насколько селевые потоки в Крыму похожи на сели в других горных районах Евразии и снижается ли их интенсивность, разрушительность в последнее время.

При сравнении селей Крыма с селями в других районах Евразии в первую очередь необходимо рассмотреть их плотность, то есть насыщенность наносами. Как выяснилось, в Крыму нет селей большой плотности, так называемых связных селей (плотностью до 1700 кг/м^3). Наши селевые потоки относятся преимущественно к несвязным наносоводным потокам по классификации Ю. Б. Виноградова (1980). Большинство из них в Крыму относятся к селевым паводкам, которые представляют собой промежуточный тип между селевым потоком и паводком. Это было отмечено еще в наших ранних работах (Олиферов, 1963, 1984) и подтверждено в настоящее время в связи с публикацией терминологического справочника (Перов, 1996), где отмечено, что при относительно малой плотности (около 100 кг/м^3) они обладают элементами селевого процесса; срыв отмычки русла, высокая насыщенность обломочным материалом, перенос крупных обломков, которые реализуются не на всем протяжении русла, а на его отдельных участках. Однако разрушительность селей независимо от пониженной плотности в Крыму весьма значительная – это связано с тем, что разрушению подвергаются дорогостоящие виноградники.

Исследование селевых потоков проводилось преимущественно по оставленным селем следам, обычно осуществлялась нивелировка горизонта высоких вод и по соответствующим формулам (Флейшман, 1978) рассчитана максимальная скорость и определены максимальные расходы. Оказалось, что эти характеристики не очень сильно отличаются от параметров селей, исследованных на Кавказе и в Средней Азии (Флейшман, 1978).

Хотя в Крыму преобладают сели малой плотности изредка проходят и селевые потоки достаточно насыщенные обломочным материалом. Например, 10 октября 1956 г. на экспериментальном водосборе площадью 5,3 га в окрестностях Алушты во время сильного ливня нами была отобрана проба, которая имела мутность – 327 кг/м^3 . По данным гидрометеобюро наблюдатель водомерного поста на р. Шелен в д. Громовке в 1964 г., в месте впадения в реку селевого левобережного притока отобрал пробу, в которой содержалось 25 % наносов по объему. Приняв плотность воды 1000 кг/м^3 , а плотность твердого материала в плотном теле 2650 кг/м^3 и, пользуясь соответствующи-

ми таблицами (Херхеулидзе, 1967 г.) определялась плотность селя. В первом случае она составляет 1200 кг/м^3 , а во втором 1180 кг/м^3 . Таким образом плотность крымских селей в отдельных случаях является вполне типичной для несвязных селей (Перов, 1996).

Скорость селевых потоков в Крыму колеблется от 1,5 – 2,5 – до 4 – 5 м/с. Она зависит от глубины потока, уклона русла и состава селевой массы. Расходы селевых паводков меньше $10 \text{ м}^3/\text{с}$. Почти не наблюдаются (всего – 2 % случаев), что вытекает из самой природы селя, представляющего собой фактически максимальный твердый сток. Количество случаев 20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-69, 70-79 распределяются почти равномерно. Нами определены селевые расходы рек юго-восточного Крыма. Они оказались достаточно велики на р. Шелен – $103 \text{ м}^3/\text{с}$ и на р. Ворон – $153 \text{ м}^3/\text{с}$.

Объемы выносов селевых потоков в Крыму – мощность селя сравнительно с Кавказом и Средней Азией – невелика. Преобладают сели малой мощности (объем выноса за один селень менее 10000 м^3), а также средней ($10000 - 100000 \text{ м}^3$). Очень редко, как например, на р. Учан-Су проходят сели значительной мощности ($100000 - 1000000 \text{ м}^3$).

Что касается второго дискуссионного вопроса о резком снижении селевой активности в Крыму, то наши оппоненты здесь не совсем правы. Рассмотрим в связи с этим особенности селепроявлений за последние пять лет.

В июне 1995 г. прошел селевой поток в окрестностях с. Баштановка. Он занес плотно шоссейной дороги около автобусной остановки. Студенты Симферопольского университета, проходившие здесь практику, наблюдали как скрепер расчищал дорогу. В 1997 г. старший преподаватель университета В. П. Душевский отметил прохождение селя в этом же месте. В 1997 году селевые паводки прошли в Алуштинском амфитеатре. В ночь на 12 августа в районе Ангарского перевала за шесть часов выпало 85 мм осадков. В результате прошло два селевых паводка. Один был в районе Кутузовского водохранилища – это более типичный селевой поток. Он обследован нами совместно с Р.М. Юткевичем. По литологическому составу в отложениях конуса выноса преобладали мелкослоистые глинистые сланцы.

Они обусловили появление на нижнем участке водотока воднощепнистого селя.

В крупной фракции отмечены таврические песчаники, имеющие размеры от валунов до глыб, аналогичные размеры имеют окатанные обломки мясокрасного юрского известняка.

Сель носил наносоводный характер, он срывал отмостку, переносил большое количество твердого материала и перекачивал крупные глыбы размером $1,3 \times 0,8 \times 0,8$ м; $1,2 \times 0,8 \times 0,6$ м; $1,0 \times 0,9 \times 0,7$ м; $1,1 \times 0,7 \times 0,7$ м.

Скорость селевого потока в соответствии с руководящим документом «Руководство селестокосовым станциям и постам», как это рекомендуется для наносоводного селя по формулам В. В. Голубцова и И. И. Херхеулидзе (1967) оказалась равной

4,6-4,7 м/с. При этом средняя глубина потока принята 1,8 м, а уклон русла – 9° . Измеренный объем конуса выноса селевого паводка равен $3\ 000\ м^3$.

Второй характерный селевой паводок возник на р. Демерджи, которая вышла из берегов на участке троллейбусной трассы от Алушты до автопромзоны, где расположены транспортные и дорожно-транспортные предприятия, была создана угроза движению. Селевой паводок снес с дорожного полотна 12 единиц транспортных средств. Несколько машин оказались в самой реке. Селевыми паводками были затронуты территории ДЭУ, ДРСУ, троллейбусного парка, авто предприятий, горотдела внутренних дел. Селевые выносы образовались на троллейбусной трассе и прилегающих к реке виноградных плантациях. Уровень воды в реке поднялся на 3 м. Подтоплению подверглись 13 жилых домов, детский сад № 6, центр детско-юношеского творчества. При продвижении паводок выворачивал валуны и бордюрные плиты. Мостик водомерного поста был снесен потоком вниз по течению, но задержан крупным деревом.

В 1998 году селевой паводок прошел по р. Ворон. Проведенное обследование показало, что он является достаточно характерным. Выше д. Ворон – это типичный селевой поток. Водомерный пост был разрушен, расходы, определенные сотрудниками Крымского центра по гидрометеорологии, достигли $70\ м^3/с$. По концентрации наносов поток то превращался в типичный сель, то двигался как водный паводок. Во

время его прохождения была опрокинута автомашина и погибла женщина.

По данным Ялтинской гидрогеологической и инженерно-геологической партии.

Ливневые атмосферные осадки 27-29 декабря 1999 г. (превысили месячную норму) в пределах многих участков Южного Крыма и стали причиной размывов склонов и формирования селевых паводков. В частности, в Ялтинском амфитеатре (р.р. Учансу, Дерекойка, Кухна) прошли сели с выносами селевого материала на многие участки дороги Севастополь – Ялта (и особенно в пределах АЗС у сан. «Узбекистан» (по р. Учан-Су), произошел размыв автодороги на Иссарском шоссе, на участке длиной 100 м, на спуске к автодороге Ялта – Севастополь и у кемпинга «Поляна сказок». Высота паводка по рекам Учан-Су и Дерекойка достигла 1,5 м, а в местах заторов до 2-х метров. При этом снесен мост в районе станции «Скорая помощь» (г. Ялта), сорваны и перемещены противозерозионные донные плиты в нижнем течении р. Учан-Су, деформирована берегозащитная стенка в Иссарах; в Междуречье р. Учан-Су и р. Дерекойки в пределах г. Ялты затоплены многие подвальные помещения; в устьевой части р. Учан-Су и р. Кухна сформированы были конуса выноса с объемом соответственно – 20-30 тыс. куб. м и до 1-2 тыс. куб. м. Твердый сток по р. Дерекойка перераспределился в основном русле реки за барражными стенками.

Таким образом, частота и разрушительность селевых паводков за последние пять лет не снизилась. К сожалению, дать длительный прогноз прохождения селей в настоящее время затруднительно. Раньше мы давали прогноз селей, пользуясь прогнозами типов атмосферной циркуляции, связывая каждый из ее типов с интенсивностью прохождения селей в прошлом. Однако прогноз типов атмосферной циркуляции был ограничен 2000 годом.

Что же касается мер борьбы с селевыми паводками и горной эрозией, то они разработаны нами уже достаточно давно (Олиферов 1963, 1984). Предложенная система противоселевых мероприятий включает организационно-хозяйственные, лесомелиоративные гидротехнические меры.

Организационно-хозяйственные мероприятия включают правильную организацию горных территорий, запрещение строительства жилых и хозяйственных

помещений в руслах селевых потоков, составление технических проектов противоселевой защиты, охрану горных лесов. К сожалению, за последние годы в основных селевых бассейнах Юго-восточного Крыма идет интенсивная вырубка на горных склонах и использование древесины для топлива.

Лесомелиоративные мероприятия включают посадку леса на горных склонах. При этом подготовка почвы проводится дифференцированно в зависимости от крутизны склона. На склонах до 8° сплошная обработка почвы, которая может проводиться без оборота пласта с помощью рыхлителей; на склонах 8-12° полосная обработка почвы и на склонах круче 13° – террасирование. Наши рекомендации по использованию механизированного террасирования крутых склонов были внедрены в производство (Олиферов 1963, 1984). В настоящее время Крымлесом затеррасировано более 26 тыс. га.

Среди гидротехнических сооружений наиболее широко распространены селеотводящие каналы, идущие от устьев селеопасных притоков через виноградники до главной реки. К сожалению их приходится чистить после каждого сильного ливня. В некоторых случаях успешно действует селезадерживающие плотины – как это наблюдается на притоках № 5 и № 6 р. Ай-Серез. Однако, построенная на территории совхоза «Веселовский» серия плотин почти на всех притоках не оправдала себя. Так как на территории водосбора р. Кутлак не были осуществлены лесомелиоративные мероприятия. Плотины были занесены наносами, а затем многие оказались разрушенными.

Интересные предложения о создании сквозных железобетонных сборнорешет-

чатых противоселевых сооружений высказал в свое время И. И. Херхеулидзе (1976). Он разработал для Крыма облегченную модель сквозного барража. Есть и другая интересная идея о создании барражей из использованных автопокрышек (Габиров, 1991).

К сожалению, в период переходной экономики необходимое количество средств на противоселевые сооружения не выделяются.

Литература

1. Виноградов Ю. Б. Этюды о селевых потоках – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 144 с.
2. Габиров Ф. Г. и др. Селезащитные сооружения из утилизированных покрышек. – Баку: АЗНИИ-СА, 1991. – 2 с.
3. Клепинин Н. Н. Эрозия и урожай. // Эрозия почв. – М.: Изд-во АН СССР, 1937. – С. 247 – 257.
4. Олиферов А. Н. Борьба с эрозией и селевыми паводками в Крыму. – Симферополь: Крымиздат, 1963. – 92 с.
5. Олиферов А. Н. Анализ физико-географических факторов селеформирования и ландшафтно-технические противоселевые системы в горных странах юга Европейской части СССР. Автореферат. – докт. геог. наук. Отд. геог. ин-та геофизики АН УССР. – Киев, 1984. – 40 с.
6. Перов В. Ф. Селевые явления. Терминологический словарь. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 46 с.
7. Полканов А. И. На рубеже двух эпох. // Охрана и развитие природных богатств Крыма – Симферополь: Крымиздат, 1960. – С. 37-48.
8. Руководящий документ. Руководство селексовыми станциями и гидрографическим партиям. Вып. 1. Организация и проведение работ по изучению селей. – М.: Гидрометеиздат, 1990. – 198 с.
9. Селеопасные районы Советского Союза. / Под ред. С. М. Флейшмана и В. Ф. Перова- М.: Изд-во МГУ, 1976. – 308 с.
10. Флейшман С. М. Сели. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 311 с.
11. Херхеулидзе И. И. Сквозные защитные и регулирующие сооружения из сборного железобетона на горных реках. – М.: Гидрометеиздат, 1967. – 131 с.

Анотація. А. Н. Олиферов Про селеві паводки в Криму. Розглядаються випадки проходження селевих паводків у Криму. Пропонується районування селевих потоків і карта їхнього поширення. Рекомендуються організаційно-господарські, лісомеліоративні і гідротехнічні заходи щодо боротьби із селями.

Ключові слова: селеві паводки, карта, міри боротьби.

Abstract. A. N. Olfierov. About the mudflow High-waters in the Crimea. Mudflow high waters passing in the Crimea are considered. The division of the mudflow into districts and the map of the spreading are proposed. The practical-economic, land-reclamation and hydrotechnical measures for the mudflow-fighting are recommended.

Keywords: mudflow, map, protection.

Поступила в редакцію 10.02.2004 г.

II.3. Экодинамика черного и азовского морей

УДК 911.1

*К. М. Хайлов,
С. А. Ковардаков,
А. В. Празукин*

Балансовые условия поддержания качества морской среды в рекреационных акваториях

Институт биологии южных морей Национальной академии наук Украины,
г. Севастополь

Аннотация. Основным мотивом статьи является иллюстрация балансового биогеохимического подхода к оценке состояния рекреационной системы со стороны качества морской среды и способности системы к динамическому регулированию этой среды.

Ключевые слова: морская среда, биогеохимический баланс, рекреационные условия.

События последних 15 лет на территории бывшего СССР привели к общему снижению ряда традиционных видов деятельности в водах Черного моря, в том числе рекреации. Дискуссионной можно считать дату начала восстановления и подъема комплексной рекреационной деятельности в Крыму но, вероятно, в обозримые годы это произойдет. Уместно поэтому заблаговременно вернуться к анализу типовых экологических проблем морской рекреации. Они настолько неизбежны и стандартны, что решать их предстоит при любых обстоятельствах. В противном случае устойчивой и экономически выгодной рекреации в Крыму не будет.

В 70-90 годы прошлого века публиковался ряд прогнозов и программ развития рекреации в Крыму [1-3], в том числе наиболее комплексная – Концепция формирования Крымской объединенной рекреационной системы (КОРС). Однако, восстановление, а тем более развитие рекреационной деятельности, тем более на коммерческой основе, потребует принципиально новых подходов и решений, учитывающих высокий мировой современный уровень качества рекреации. Особенно же предстоит учитывать повысившееся, в сравнении с 70-90 годами качество морской рекреации в конкурирующем с Крымом зарубежном Причерноморье и Средиземноморье с гораздо более высоким, чем в условиях Крыма, качеством морской среды. Значительно повысилась в последние годы также и наукоемкость мероприятий по стабилизации качества среды в прибрежных акваториях. Между тем, несмотря на то, что общая загрязненность

вод Черного моря за последние 15 лет заметно снизилась, локальные очаги загрязнения в акваториях приморских городов Крыма в летний период возникают постоянно.

Рекреационное качество воды – комплексное понятие, включающее множество факторов. Основные биогеохимические факторы них показаны на рис.1. В численном выражении схема на рис.1 будет обсуждена в заключительной части статьи. Здесь лишь отметим, что предстоящие управленческие решения по экологическим проблемам морской рекреации должны базироваться только на наукоемкой, численной основе. Такой основой может, прежде всего, служить составление биогеохимического баланса рекреационной экосистемы, учитывающего ее основные химические и биологические компоненты, внутренние потоки, внешние входы и выходы.

Схема, количественные показатели блоков и основных потоков в ней составлены нами на примере участка побережья между мысами Айя и Сарыч – важной части рекреационной зоны Севастополя на южном берегу Крыма. Биологические блоки, формирующие химический и биохимический состав воды в акватории условно можно разделить на две группы: снижающие в результате жизнедеятельности концентрацию целого ряда растворенных минеральных веществ (водоросли) и повышающие их концентрацию (бактерии и водные животные, в прибрежной зоне это в основном беспозвоночные). Поступающие в рекреационную экосистему потоки включают комплексный сток с прибрежной

территории, приток воды и загрязняющих веществ с вдольбереговыми течениями и растворенные продукты жизнедеятельности самих людей (постоянного населения

и рекреантов). Основным физико-химическим выходом из системы является разбавление более чистой водой, поступающей из приглубых вод моря.

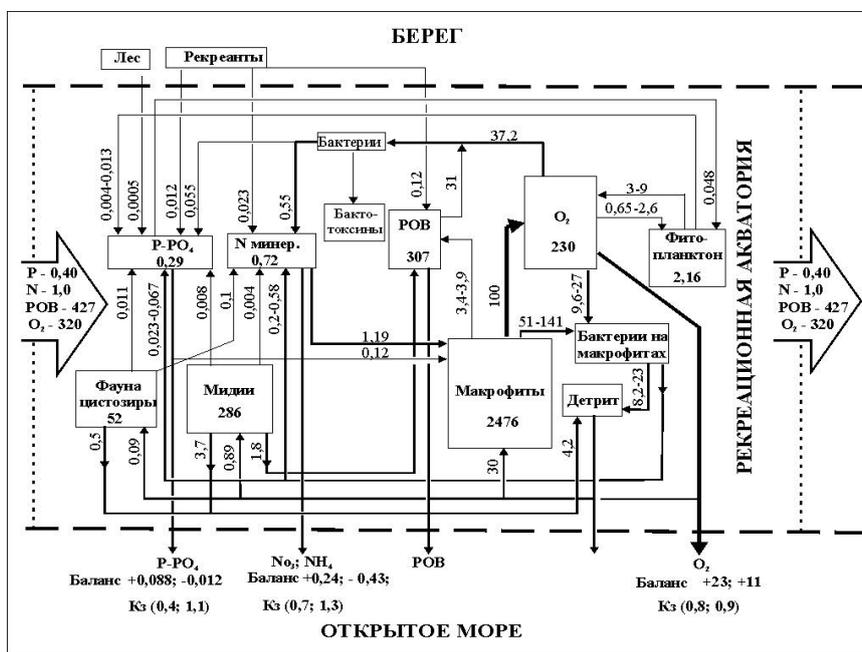


Схема потоков основных биогенных элементов в морской прибрежной экосистеме (объяснения в тексте)

Ниже будут показаны основные этапы составления биогеохимического баланса вышеназванной акватории по ее состоянию в 1983-1998 г. Сама эта дата не является существенной, поскольку основные статьи баланса остаются неизменными на большом отрезке времени. Неизменны как основные свойства морской экосистемы, так и главные факторы внешнего воздействия на нее; меняются в основном количественные характеристики блоков, потоков между ними и внешних входов.

Составление биогеохимического баланса акватории требует учета биомассы и функциональной активности донных многоклеточных водорослей, как основных потребителей растворенного углерода и выделения кислорода, а также метаболической активности бактерий и сидячих беспозвоночных. Ввиду ограниченного объема статьи подробно будут показаны лишь анализ поточных характеристик автотрофного блока (в экосистеме преобладают многоклеточные водоросли), а остальные части баланса и выводы из него будут обсуждены по численным характеристикам экосистемы на рис. 1.

1. Стационарные и динамические характеристики автотрофного блока рекреационной системы.

Основной прикладной вопрос относительно морской рекреационной экосистемы, касающийся качества воды в ней, можно сформулировать так: преобладает ли локальный (из местных источников в данную конкретную акваторию) приток химических веществ, ухудшающих качество воды, над притоком тех же веществ с вдольбереговыми течениями (из общего прибрежного фонда растворенных загрязняющих веществ)?

В поддержании качества водной среды важнейшую роль играют донные макроводоросли, осуществляющие изъятие из воды биогенных элементов и насыщение воды кислородом, который окисляет органические вещества и улучшает бактериологическую обстановку. Чтобы оценить этот фактор стабилизации качества воды, а затем использовать полученные величины для расчетов потоков биогенных веществ в экосистеме были проведены эксперименты, обобщены экспериментальные и литературные данные по интенсивности потребления биогенных элементов основными видами макроводорослей прибрежной зоны Черного моря.

Необходимо учитывать две следующие особенности питания любых водорослей: 1) при повышении концентрации биогенных элементов в воде они быстро пополняют свои внутренние фонды, 2) в отличие от одноклеточных водорослей макрофиты обеспечивают интенсивный биосинтез в весенне-летний период в основном за счет ранее (зимой) накопленных в биомассе фондов. Поэтому при анализе экосистемы в условиях выбросов сточных вод в весенне-летние месяцы следует учитывать зависимость констант скорости обмена и роста от внутренних и от внешних фондов биогенных элементов.

Зависимость интенсивности роста и внешнего обмена макрофитов от содержания азота и фосфора в тканях и от соотношения биогенных элементов, особенно азота и фосфора, описана рядом авторов на разных видах. В ряде обзоров она рассмотрена теоретически [4]. В принципе она является одновершинной. Начиная с минимальной квоты, повышение внутренней концентрации азота и фосфора сопровождается экспоненциальным повышением константы скорости роста массы. При дальнейшем повышении внутренней концентрации биогенных элементов начинается ингибирование обмена и снижение интенсивности роста массы. В литературе чаще описывается восходящая, реже нисходящая ветвь одновершинной зависимости.

По совокупности данных для двух видов черноморских макрофитов, различающихся по трофической принадлежности (цистозира косматая *Cystoseira crinita*) – вид олиго- и мезотрофных вод, энтероморфа кишечница (*Enteromorpha intestinalis* – вид эвтрофных вод) нами получена зависимость интенсивности фотосинтеза (в расчете на сухую массу) от концентрации азота в сухой фитомассе:

$$\log \mu_w = -0,62 + 0,89 \log(C_N) \quad (1)$$

где μ_w – интенсивность фотосинтеза, мгС/мг/ч; C_N – концентрация азота в сухой массе, мгМ/г. Коэффициент корреляции $r = 0,89$; стандартная ошибка = 0,11.

Концентрация биогенных элементов в фитомассе зависит, прежде всего, от его концентрации в воде. Однако, при одинаковой концентрации азота в среде она различна у видов с разным значением S/W и в тканях одного вида. Связь концентрации азота в сухой массе с S/W у тех же видов, что и в (1) описывается уравнением:

$$\log C_N = 0,735 + 0,486 \log(S/W) \quad (2)$$

где C_N – концентрация азота в сухой массе, мгМ/г;

S/W – удельная поверхность водорослей, мм²/мг (сухой массы). Коэффициент корреляции равен 0,49; стандартная ошибка $C_N = 0,082$.

Изменения концентраций биогенных элементов в окружающей среде приводят к изменению скоростей поглощения биогенных элементов водорослями, к изменению внутренних концентраций биогенных элементов в их тканях и к изменению скоростей роста самих растений. В целом для процесса поглощения макрофитами биогенных элементов характерны следующие моменты.

В пределах диапазона исследованных концентраций биогенных элементов (C_P 6,2-6200 мкгР/л; C_N 28-28000 мкгМ/л) скорости поглощения всех биогенных элементов увеличиваются с повышением концентраций биогенных элементов в окружающей среде. Скорости поглощения азота всегда выше, чем таковые фосфора при тех же концентрациях и обычно скорости поглощения аммиака NH_4^+-N выше, чем таковые нитратов NO_3^+-N . На скорость поглощения влияют также температура и сезон года.

Рассчитаны уравнения и показано, что важными регуляторами роста водорослей и потребления биогенных элементов, а, следовательно, и их потоков в прибрежных фитоценозах являются: величина удельной поверхности водорослей, скорость движения окружающей воды, концентрация биогенных элементов в среде и внутри растений.

Используя уравнение Моно:

$$V = V_{max} C / (k_c + C) \quad (3)$$

где V_{max} – максимальная скорость поглощения; C – концентрация биогенного элемента в среде; k_c – концентрация биогенного элемента, когда поглощение равно половине максимального), выявлена и проанализирована связь кинетических параметров поглощения k_c и V_{max} азота, фосфора и аммиака с удельной поверхностью S/W водорослей. Значения k_c уменьшались с увеличением удельной поверхности, а отношение V_{max}/k_c – наоборот, увеличивалось. Обычно полагают [5], что низкие величины k_c выражают конкурентное преимущество для видов при низких концентрациях, в то время как виды с высокими величинами V_{max} рассматриваются как более благоприятные для высоких концентраций. Отношение V_{max}/k_c измеряет конкурентную спо-

способность поглощения биогенных элементов при низких концентрациях [6]. Оно значительно ниже для более поздних в сукцессии крупных долгоживущих видов и, по-видимому, несколько менее изменчиво внутри вида, чем другие кинетические параметры. Параметры степенного уравнения, описывающие данные зависимости, приведены в табл. 1.

Таблица 1 Параметры степенного уравнения связи кинетических параметров потребления биогенных элементов с величиной удельной поверхности водорослей

Биогены	a	b
Уравнение $k_c = a (S/W)^b$		
PO ₄ -P	4,744	-0,4814
NO ₃ -N	19,481	-0,5195
NH ₄ -N	13,458	-0,3846
Уравнение отношение ($V_{max} : k_c$) = $a (S/W)^b$		
PO ₄ -P	0,1054	0,8042
NO ₃ -N	0,4615	0,6434
NH ₄ -N	2,0154	0,3042

Размерности: k_c - мкмоль/л;
отношение ($V_{max} : k_c$) - л/(г сух.в. ч);
 S/W - мм⁻¹.

Расчет изъятия макрофитами из воды минерального фосфора проводили на основании величин запасов каждого вида на акватории, среднего содержания фосфора и азота в биомассе макрофитов (в данном исследовании, согласно [7] приняты следующие величины: 3,3 гР/кг сухой массы для фосфора и 33 гN/кг сухой массы для азота) и среднесуточной скорости роста рассчитанной для макрофитов в соответствии с величинами их удельной поверхности по уравнению [8]:

$$\mu_{H_w}^{рост} = 0,00333 * (S/W)^{1,02} \quad (4)$$

где $\mu_{H_w}^{рост}$ – удельная скорость роста водорослей, сут⁻¹; S/W – величина удельной поверхности водорослей, мм²/мг.

В табл. 2 приведены величины суточного потребления фосфора и азота разными видами макрофитов, рассчитанные по второму варианту, и суммарные их величины.

Связь между интенсивностью обмена и роста с внешней и внутренней концентрацией биогенных элементов существенно модифицируется при включении еще одного сильного фактора – движения воды.

Литературные и собственные, относящиеся в частности к черноморским макрофитам данные, показывают, что при повышении подвижности воды их физиологические функции активизируются [9-12].

Таблица 2. Видовой состав донного фитоценоза, запасы макрофитов и фитопланктона, выделение ими кислорода, потребление минеральных форм фосфора и азота в акватории от мыса Сарыч до мыса Айя

Виды макрофитов	S/W, удельная поверхность мм ² /мг	Суммарная сырая биомасса (запасы), т	Выделение кислорода, т/сут	Потребление фосфора, кг/сут	Потребление азота, кг/сут
Cystoseira crinita	5	1382,8	42,1	40,25	403
Cystoseira barbata	9	408,8	12,5	21,49	215
Polysiphonia subulifera	22	354,6	24,1	4,34	43
Cladophora sericea	85	16,2	4,0	2,21	22
Cladophora albida	85	26,8	6,7	3,64	36
Phyllophora sp.	13	130,0	6,2	8,64	86
Ectocarpus sp.	172	25,6	1,7	11,55	116
Stilophora rizodes	25	9,3	0,72	0,7	7
Cladostephus sp.	33	12,6	1,6	1,37	14
Chondria sp.	15	5,5	2,4	0,28	3
Ceramium elegans	26	1,1	0,08	0,07	1
Laurencia coronopus	6	1,0	0,01	0,02	0,2
Ulva rigida	36	1,1	0,1	0,09	1
Nittophillum sp.	13	0,2	0,007	0,01	0,1
Zostera marina	11	6,3	0,17	0,26	3
Мелкие многоклеточные эпифиты	170	100,3	5,9	23,45	235
Итого:		2480	100	118	1185

При промышленном использовании макроводорослей для изъятия биогенных элементов азота и фосфора из хозяйственно-бытовых отходов в проточных и полупроточных системах одним из существенных экологических факторов, влияющим на этот процесс, является скорость протока в системе. Для моделирования этого процесса в лабораторных условиях мы использовали малогабаритную проточную установку, позволяющую регулировать подачу воды в экспериментальные ячейки с макроводорослями.

Были заданы три уровня расхода воды: 0,94 л/мин. (2,2 см/с), 3,66 л/мин.(8,7 см/с) и 7,50 л/мин.(17,8 см/с). Контролем служил аквариум без протока, который размещался рядом с экспериментальными ячейками. Освещение создавалось лампами дневного света, и его интенсивность составляла 5 – 6 тыс. люкс, а продолжительность освещения – 8-10 часов/сутки. Температура морской воды в установке

находилась в диапазоне 28-30°C. Концентрацию азота и фосфора в морской воде задавали равными 434 мкг N/л и 96 мкг P/л или 31 мкмоль N/л и 3,1 мкмоль P/л. Атомное отношение N:P в нашем эксперименте составляло 10:1.

В экспериментах использовали целые слоевища доминирующего Черноморского вида – бурой водоросли цистозеры косматой *Cystoseira crinita* (возрастом до 1 года).

Результаты исследования показали (табл. 3), что и удельная скорость роста и содержание фосфора в цистозире линейно зависят от расхода морской воды, которая омывает водоросль. В свою очередь повышение содержания фосфора в водоросли приводит к увеличению ее удельной скорости роста. При увеличении скорости протока от 0 до 17,8 см/с удельная скорость роста и скорость возобновляемости биомассы цистозеры увеличивается в 5,5 раза, а содержание фосфора в ней – в 3,3 раза.

Таблица 3. Удельная скорость роста, оборот биомассы, содержание фосфора и отношение (сырая масса/сухая масса) для бурой водоросли цистозеры *C. crinita* в зависимости от скорости протока морской воды (экспозиция 4 суток)

Скорость протока в экспериментальной ячейке, см/с	Удельная скорость роста, сутки ⁻¹	Оборот биомассы, сутки	Содержание фосфора в цистозире, мг/г (сух.масса)	Отношение сыр.масса/сух. масса
0	0,00322	215	0,26	3,81
2,2	0,00462	150	0,59	3,71
8,7	0,00935	74	0,53	4,03
17,8	0,01780	39	0,86	4,54

Из этих данных следует, что при использовании цистозеры в качестве "насоса для откачки биогенов" из морской воды, подвергшейся загрязнению хозяйственными стоками, одним из факторов, усиливающим процесс аккумуляции биогенных веществ цистозирой, является скорость омывания водоросли морской водой. Этого можно достигнуть либо путем создания направленного потока в соответствующих установках, либо путем перемещения плантации водорослей по акватории, подвергшейся загрязнению хозяйственными стоками.

На основании экспериментальных данных получена зависимость интенсивности фотосинтеза от удельной площади поверхности макрофитов и рассчитано степенное уравнение этой зависимости:

$$\mu_w \text{CO}_2 = 0,44 * (S/W)^{0,8} \quad (7)$$

где $\mu_w \text{CO}_2$ – величина удельного потребления углерода, мг/г/ч; S/W – величина удельной поверхности макрофитов, мм²/мг

В соответствии с величинами удельной площади поверхности макрофитов по (7) находили величину удельного потребления углерода для каждого вида. Используя уравнение фотосинтеза, определяли коэффициент перехода от удельного потребления углерода к удельному выделению кислорода макрофитами, который равен 2,67 (при потреблении 1 кг углерода выделяется 2,67 кг кислорода). Используя величины запасов разных видов макрофитов на акватории и величины их фотосинтеза, рассчитали кислородную аэрацию – количество кислорода, выделяемого в воду в течение светового дня - в данном случае за 10 часов (табл.2). Прини-

мали, что потребление кислорода макрофитами составляет 30% от выделенного.

2. Общая схема биогеохимического баланса морской экосистемы в рекреационной акватории

На основной морской рекреационной акватории Севастополя на участке от мыса Сарыч до мыса Айя сосредоточены только санаторно-курортные учреждения. Результаты экологических исследований позволяют рассмотреть на этом примере параметры массобаланса в прибрежной экосистеме по главным биогенным элементам, которые в значительной мере определяют состояние биоты акватории и качество воды в ней. Мерой химического антропогенного воздействия рекреантов на водную среду будем считать потоки вещества из звена рекреации. Потоки из звена рекреации рассчитаны по объемам выпуска хозяйственных сточных вод и по концентрациям в них химических веществ, а также по числу отдыхающих и нормам их пребывания. Эти потоки будем сравнивать с внутренними потоками тех же химических элементов, оборачивающихся за тот же отрезок времени в самой экосистеме. Сопоставление этих потоков покажет, степень химического антропогенного воздействия рекреации на природный обмен веществ морской экосистемы. Антропогенные потоки могут оказаться больше природных, равны им или быть меньше их.

Морскую прибрежную экосистему на участке от мыса Сарыч до мыса Айя с потоками в ней компактно отображает схема на рис. 1. Поскольку имеющиеся на этом побережье учреждения отдыха формировались постепенно на протяжении примерно 30 лет (причем общее их количество за последние 6-7 лет не увеличилось), можно полагать, что прибрежная система находится в состоянии близком к стационарному. Расчет проведен для трех летних месяцев, когда и рекреационные нагрузки, и собственные внутрисистемные процессы выражены максимально. Потоки рассчитаны в тоннах веществ в сутки, а находящиеся в воде фонды вещества в тоннах на весь объем воды в акватории до изобаты 20 м.

Верхняя часть схемы (до верхней пунктирной линии) соответствует береговой полосе с двумя источниками биогенов: лесным массивом на склонах гор и рекреационным звеном, основным параметром которого является численность единовре-

менно отдыхающих. Пространство между верхней и нижней пунктирной линией соответствует на схеме акватории площадью 240 га, шириной 100-350 м с глубиной до 20 м. Основными биологическими компонентами экосистемы являются: донный макрофитоценоз, фитопланктон, зооценоз на макрофитах, население мидий под пологом зарослей макрофитов. Гидрохимические компоненты экосистемы, в совокупности отражающие качество воды в акватории: концентрация кислорода, растворенного органического вещества, минеральных форм азота, минеральных форм фосфора и взвеси. Нижняя пунктирная линия на схеме отсекает рекреационную акваторию от открытой части моря. Водообмен с окружающей водной массой принят равным характерному для данного района вдольбереговому течению со скоростью 0,14 м/с. Приток биогенных веществ и кислорода с вдольбереговым течением принят равным выходу и на схеме обозначен входной и выходной стрелками слева и справа.

Естественный метаболизм прибрежной экосистемы в районе м.Сарыч – м.Айя характеризуется высокими значениями коэффициентов замкнутости (K_3), т.е. отношения величины потребления данного химического элемента биотой экосистемы из воды к его возврату в воду: K_3 по кислороду (0,8-0,90), минеральному фосфору (0,4-1,1, минеральному азоту (0,7-1,3). Обратим внимание на несбалансированность притока минеральных форм фосфора из внешних акваторий (0,4 т в сутки) и входа фосфора в звено макрофитов (0,12 т в сутки) и сбалансированность по азоту 1т в сутки на входе в акваторию и 1,15 т в сутки на входе звена макрофитов.

Сравним природные внутренние массопотоки с величинами входных антропогенных потоков. Имеющийся в настоящее время сток минерального фосфора за счет рекреации (0,012 т в сутки) в 11-16 раз меньше, чем приток минерального фосфора в воду, обусловленный совокупностью биологических процессов в экосистеме (0,13-0,19 т в сутки). Еще меньше антропогенный, вклад минерального азота: его сток с берега (0,023 т в сутки) в 30-50 раз меньше, чем приток из биологического звена экосистемы (0,75-1,22 т в сутки). Даже увеличение биогенного стока с берега вдвое незначительно повлияет на соотношение антропогенных и природных потоков.

Еще меньше вклад из звена рекреации по минеральному фосфору в сравнении с расчетным притоком из смежных акваторий (за счет вдольберегового течения) – в 33 раза. В то же время приток минерального азота из звена рекреации в 40 раз меньше притока из смежных акваторий. В то же время приток биогенов из смежных акваторий сопоставим с величиной внутренних потоков. Это говорит о том, что при малости местного антропогенного воздействия общая трофическая обстановка в акватории определяется повышенной за многие годы концентрацией биогенных элементов в прибрежных водах Черного моря.

По нашим наблюдениям донная растительность в местах сброса сточных вод практически не способна к, условно говоря, "очистке" воды от минерального фосфора, но на порядок интенсивнее проводит "очистку" от минерального азота. Однако реальная деэвтрофикация воды в морской акватории при участии макрофитов возможна лишь при изъятии части биомассы. Это последнее практически невозможно осуществить на природных донных макроводорослях, но возможно при их плантационном культивировании в акватории, что предполагает регулярное удаление биомассы с накопленными в ней химическими элементами.

Несмотря на малый вклад в метаболические циклы прибрежной экосистемы, канализационные стоки оказывают огромное влияние на санитарно-бактериологическую обстановку в рекреационной акватории. Ухудшению бактериологической обстановки обычно сопутствует сравнительно низкая оборачиваемость кислорода в акватории (в среднем примерно 0,5 оборота в сутки при 4-4,5 оборотах в сутки азота и фосфора). Не исключено, что без принятия мер по очистке и дезинфекции хозяйственно-бытовых стоков, решающей в определении качества воды в прибрежной акватории станет бактериологическая обстановка в ней.

3. Экологическое заключение

Таким образом, экологическая обстановка в курортный сезон (июнь-сентябрь) на одном отдельно взятом участке морской рекреационной зоны Севастополя до изобаты 20 м определяется тремя основными факторами, которые перечислим в порядке их относительной значимости: 1) приток эвтрофированных вод их окру-

жающих акваторий и зависящей от нее биогенной нагрузкой, 2) локальная концентрация отдыхающих на отдельных участках берега 3) бактериологическая обстановка в местах размещения рекреационных учреждений и выпусков хозяйственных сточных вод. Однако, основным мотивом статьи является не этот частный случай, а иллюстрация балансового биогеохимического подхода к оценке состояния рекреационной системы со стороны качества морской среды и способности системы к динамическому регулированию этой среды.

Приведенный пример показывает значительную регулятивную способность данной экосистемы, но, тем не менее, далеко не определяющего локального качества воды в акватории. Однако, такой благоприятный биологический состав экосистемы (бентосное сообщество со значительными зарослями макрофитов и макрозообентосом) характерен далеко не для всех участков черноморского побережья. На песчаной (евпаторийской) части побережья, где также имеются рекреационные учреждения, биологический блок экосистемы гораздо беднее. Биологическая регулятивная способность биоты в таких экосистемах окажется, как можно полагать, ничтожно малой в сравнении с внешними регуляторами гидрохимических свойств воды (гидрологическими факторами, а соответственно и внешними источниками загрязнений).

В публиковавшихся в конце 90-х годов работах по морской рекреации значительные надежды возлагались на локально используемые мелиоративные средства, в частности на так называемые "биопозитивные" гидротехнические сооружения [13, 14]. К ним относили специально конструируемые сооружения типа искусственных рифов, искусственные островки, размещаемые на дне каменные насыпки разного размера и формы. Имеются и инженерно-технические разработки [15] гидротехнических сооружений "биопозитивного" типа. Основная идея конструкторов таких сооружений – увеличение твердой поверхности, которая потенциально может быть заселена многоклеточными водорослями и сидячими беспозвоночными – основными "биофильтраторами". Однако, авторам не известны случаи, когда инженерно-техническим разработкам "биопозитивных" сооружений сопутствовали бы экологические расчеты

реальной способности биоты селиться на поверхности гидротехнических сооружений. Тем более не было оценок биогеохимического эффекта от предлагаемых конструкций. Между тем, из приведенных выше данных следует, что увеличение биомассы макро-фитов вдвое не сказалось бы существенным положительным образом на регулятивной способности изучавшейся нами экосистемы при характерном для этой акватории притоке внешних загрязняющих веществ.

Литература

1. Багрова Л.А., Подгородецкий П.Д. Виды воздействия отдыхающих на природные комплексы (на примере кратковременного отдыха рекреантов в Горном Крыму) // В кн. охрана и рациональное использование природных ресурсов, Симферополь, изд-во СГУ, 1980. – Вып.1. – С. 46-53.
2. Беляев В.И. Применение моделей сложных систем в задаче рационального использования рекреационных морских ресурсов. В кн.: Рациональное использование и охрана курортных и рекреационных ресурсов Крыма. – К.: Наук.думка, 1982. – С. 100-101.
3. Беляев В.И., Багров Н.В., Трушиньш Я.К. Рекреационная система Крыма. Вестник АН УРСР, 1983. – N 11. – С. 70-77.
4. Силкин В.А., Хайлов К.М. Биоэкологические механизмы управления в аквакультуре. – Л.: Наука, 1988. – 230 с.
5. Raymont J.E.G. Plankton and productivity in the oceans, 2nd ed., Vol. 1. Phytoplankton. – Oxford: Pergamon Press, 1980. Healey F.P. Slope of the Monod equation as an indicator of advantage in nutrient competition // Microb. Ecol. – 1980. – Vol. 5. – P.281-286.
6. Healey F.P. Slope of the Monod equation as an indicator of advantage in nutrient competition // Microb. Ecol. – 1980. – Vol. 5. – P.281-286.
7. Барашков Г. К. Сравнительная биохимия водорослей. – М.: "Пищевая промышленность", 1972. – 335 с.
8. айлов К.М., Празукин А.В., Ковардаков С.А., Рыгалов В.Е. Функциональная морфология морских многоклеточных водорослей. – К.: Наук.думка, 1992. – 280 с.
9. Olyger P., Santelices B. Physiological-ecology studies on Chilean Gelidiales // J.Exp.Mar.Biol.and Ecol. – 1981. – Vol. 53. – P.45-53.
10. Parker H.S. Influence of relativ water motion of the growth, ammonium uptake and carbon and nitrogen composition of *Ulva lactuca* (Chlorophyta) // Mar. Biol. – 1981. – Vol. 68. – № 3. – P.309-318.
11. Ковардаков С.А., Празукин А.В., Фирсов Ю.К., Попов А.В. Комплексная адаптация цистозиры к градиентным условиям (научные и прикладные проблемы). – К.: Наук.думка. – 1985. – 214 с.
12. Хайлов К.М., Ковардаков С.А., Чувишко Ю.Н., Гуменюк Ю.С. Малогабаритная установка для гидробиологических экспериментов с регулируемым протоком воды // Гидробиол. журн. – 1987. – Т. 23, № 3. – С. 84-88.
13. Зайцев Ю.П., Яценко В.А. Экологические аспекты гидротехнического строительства в прибрежной зоне моря // Биология моря (Севастополь), 1983. – №5. – С. 62-66.
14. Искусственные рифы для рыбного хозяйства. – М., 1987 / Тез. докл. Всесоюз. Конф. (Москва, 2-4 декабря 1987г.). – 131 с.
15. Марков А.М., Маркова М.Г., Молчанов Е.Ф., Маслов И.И., Куропатов Л.А. Биокомпенсационные гидротехнические сооружения // Транспортное строительство, 1987. – № 11. – С.28-31

Анотація. Головним завданням статті є ілюстрація балансового біогеохімічного підходу до оцінки стану рекреаційної системи з боку якості морського середовища і здібності системи до динамічного регулювання цього середовища.

Ключові слова: морське середовище, біогеохімічний баланс, рекреаційні умови.

Abstract. The basic motive of article is the illustration of the balance biogeochemical approach to an estimation of a condition of recreational system on the part of quality of the sea environment and ability of system to dynamic regulation of this media.

Key words: see environment, biogeochemical balance, recreation conditions.

Поступила в редакцію 19.05.2004 г.

II.4. МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗ ЭКОГЕОДИНАМИЧЕСКИХ И ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 911.1

В. Н. Саломатин¹,
Н. В. Горбатюк¹,
А. В. Макушин²,
М. Ю. Никитин³,
В. М. Горбатюк²

Мониторинг состояния геологической среды Крыма

¹ Крымская академия природоохранного и курортного строительства

² Крымский государственный аграрный университет

³ Московский государственный университет

Аннотация. Рассматриваются методы обработки данных наблюдений и моделирование состояний ГС с целью оценки пригодности территории для хозяйственного освоения. Методики позволяют осуществлять многофакторный анализ состояния объекта мониторинга, с определением интегрального показателя, характеризующего состояния ГС на основании выбранного критерия оценки. Методики применимы как в естественных условиях, так и при интенсивном хозяйственном освоении и значительных техногенных нагрузках. Предлагаемые методические подходы свободно интегрируются в среду ГИС, взаимно дополняют друг друга и имеющиеся данные традиционных геологических, геоморфологических и геофизических методов картирования и моделирования.

Ключевые слова: Методы обработки данных, мониторинг, геоинформационные системы.

Геологическая среда (ГС) рассматривается как верхняя часть литосферы, в пределах которой протекает хозяйственная деятельность человека и которая изучается с помощью геологических методов. Как система ГС имеет общесистемные и специфические особенности. Эти особенности определяют многообразие методических подходов для исследования процессов, протекающих в ней. Наиболее со-

временным подходом к контролю состояния геологической среды является ее мониторинг. Мониторинг представляется как система мероприятий, направленных на сбор, хранение, обработку и представление материалов о состоянии объектов для обеспечения контроля и эффективного управления их состоянием (рис.1). В данном конкретном случае объектом мониторинга выступает геологическая среда.

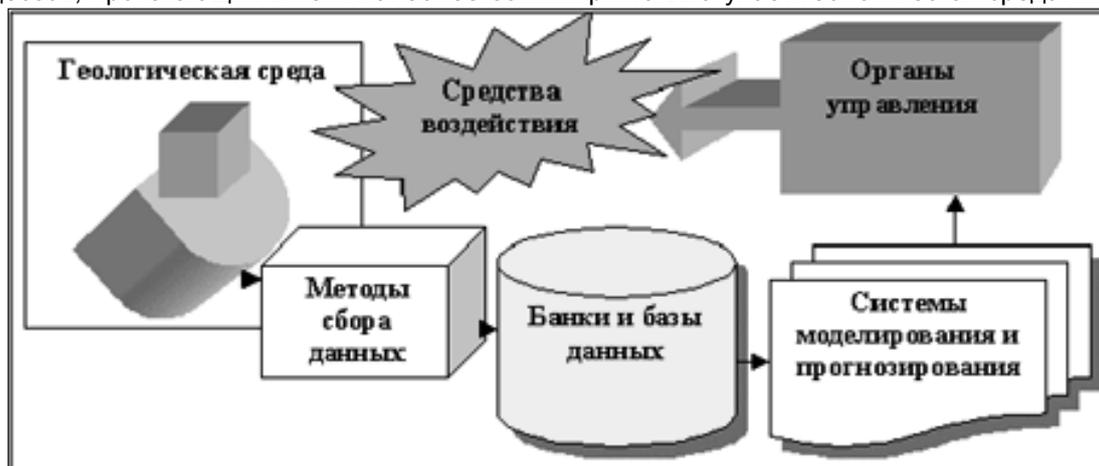


Рис.1. Схема структурных блоков системы мониторинга состояния ГС.

Методы сбора данных для обеспечения мониторинга зависят от целей и включают комплекс контактных (полевое обследование, экспериментальные натурные работы и лабораторные исследования) и дистанционных методов (аэровизуальные наблюдения, аэрофото и аэровидеосъемка, космические методы). Боль-

шинство контактных методов инженерно-геологических исследований методически обеспечены и стандартизированы.

Создание банков и баз данных является наиболее актуальной задачей современности и требует стандартизации, обеспечивающей обмен информацией и возмож-

ность ее обработки средствами системы моделирования и прогнозирования.

Система моделирования и прогнозирования включает совокупность методических подходов к оценке состояния ГС, прогнозирования изменений этого состояния и инструментария, позволяющего осуществлять моделирование. Наиболее эффективный инструментарий обработки боль-

ших объемов пространственно организованной и атрибутивной информации – геоинформационные системы (ГИС). В настоящее время существует большое количество программных продуктов ГИС, выбор которых определяется задачами, возможностями системы и финансовыми возможностями заказчика работы.

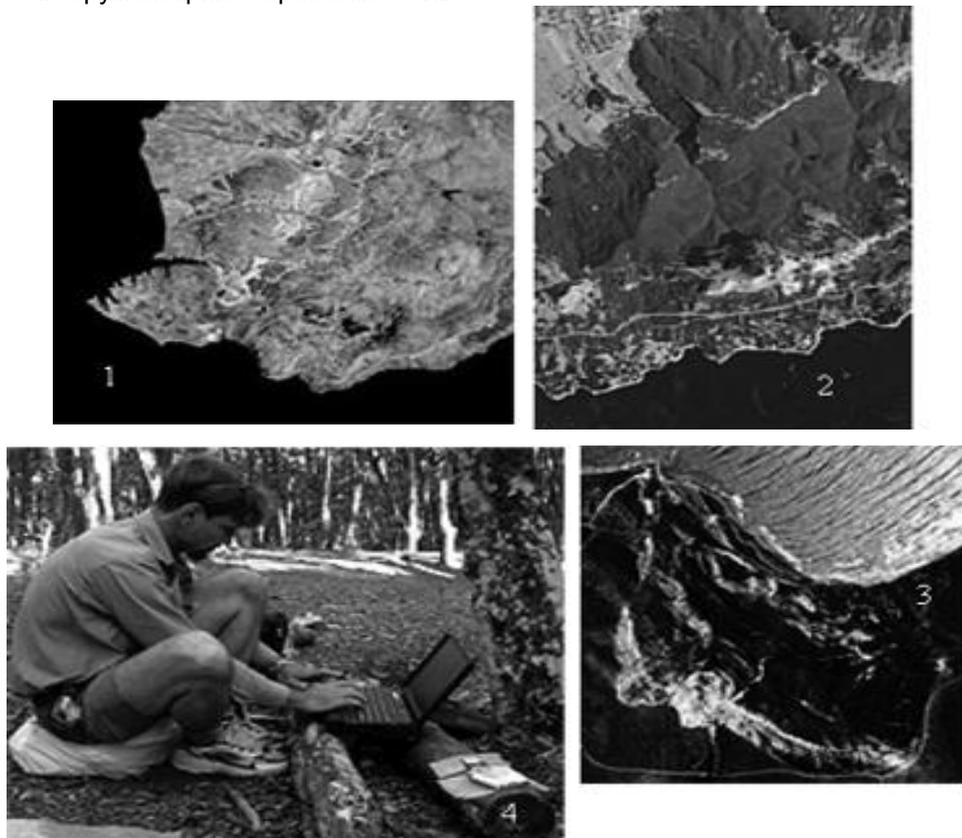


Рис. 2. КФС малого (1) и среднего (2) разрешения; АФС высокого разрешения (3). Полевая обработка материалов (4)

Коллектив авторов разработал и внедрил в практику исследований группу методов значительно дополнивших систему мониторинга состояния ГС в ее наиболее существенных компонентах.

Методы сбора данных дополнены группой методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Космические и аэрофотометоды ДЗЗ, на основе использования цифровых технологий, разрабатываются и совершенствуются, применительно к оценке динамики изменения компонентов ГС, на протяжении ряда лет В.М. Горбатюком и М.Ю. Никитиным [1,3]. Эти методы предполагают получение и обработку информации на разных уровнях – от глобального (с субкилометро-

вым разрешением снимков) до локального (с субметровым разрешением).

На этих же уровнях мониторинга геодинамическая и инженерно-геологическая информация существенно дополняется наблюдениями за изменением физических полей Земли. В последние десятилетия хорошо зарекомендовал себя в Украине, ближнем и дальнем зарубежье метод естественного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ), защищенный рядом свидетельств и патентов. Глобальный уровень связан с геодинамическими эффектами вращения Земли и соответствующими нарушениями закономерностей суточного хода ЕИЭМПЗ. На региональном уровне охватываются геологические структуры, испытывающие деформации сжатия-

растяжения разной амплитуды и частоты. Локальные исследования позволяют выявить на конкретных участках зоны различной напряженности пород, проследить динамику поля напряжений, осуществить прогноз оползней, горных ударов, обвалов, карстово-суффозионных провалов и т.д.

Немаловажное значение имеет решение на всех уровнях задач, связанных с геопаталогией [5] Для решения всех задач имеются соответствующие аппаратные разработки [4].

Задачи определения точных количественных характеристик изменения состояния компонентов ГС на локальном уровне, и особенно деформаций инженерных сооружений, находящихся в неблагоприятных геологических условиях решаются с помощью точных геодезических методов (ТГМ). В настоящее время, благодаря развитию лазерных и компьютерных технологий, созданы новые геодезические приборы и системы, позволяющие выполнять сбор топографо-геодезической информации об объектах, мониторинга. Речь идет, прежде всего, об электронных тахеометрах и глобальных системах позиционирования (NAVSTAR/ GPS и ГЛОНАСС).

Для определения горизонтальных деформаций неблагоприятных в геологическом отношении участков – оползней, а также линейных сооружений (дороги, трубопроводы), находящихся на них, наиболее прогрессивным подходом является съемка с помощью GPS приемников. Плановое положение точек при использовании GPS -методов может быть определено с точностью до 2-3м при кодовом дифференциальном методе измерений, и до нескольких миллиметров при фазовом дифференциальном методе. В последнем случае необходимо использовать двухчастотный GPS - приемник. Для определения положения и сбора данных хорошо зарекомендовали себя GPS - приемники фирм LEICA, SOKKIA, TRIMBLE..

Разработка и внедрение высокоточных геодезических методов исследования деформаций инженерных сооружений на оползнях осуществляется А.В. Макушиным [6]. В частности были разработаны методики и выполнены исследования деформаций участка трассы Симферополь-Алушта (29км) и жилых зданий в зоне влияния Большого Марьинского оползня (Симферополь), а также ряда телевышек. В результате этих исследований были выявлены следующие особенности наблюдений:

- опорные линии следует закреплять вне зоны оползня, перпендикулярно направлению его смещения;

- линейные измерения можно выполнять только в нулевом цикле, причем с невысокой точностью;

- угловая точность измерений зависит скорости движения оползня и интервала времени между циклами наблюдений.

В результате проведенных работ получены формулы по предвычислению точности наблюдений, разработаны методики и даны рекомендации по выбору приборов по проведению наблюдений.

Отметим также, что для изучения деформаций инженерных сооружений, расположенных в неблагоприятных геологических условиях необходимы трехмерные модели этих сооружений. Они формируют пространственную основу информационной системы, служащей для оценки риска и мониторинга разрушений, для восстановления и обеспечения сохранности сооружений. В 1999 году на рынке появился первый в мире полноценный лазерный сканнер, созданный компанией «Collidus Precision Systems GmbH». Лазерный сканнер накапливает координаты окружающих объектов со скоростью свыше миллиона точек за 10 минут. Математический анализ измерений выполняется специальной программой 3D Extractor. Программа автоматически распознает плоскости и базовые геометрические элементы и на их основе разрабатывает пространственную модель. Лазерный сканнер предоставляет идеальные решения для контроля деформаций, а также для моделирования процессов деформаций инженерных сооружений.

Обработка данных наблюдений и моделирование состояний ГС с целью оценки пригодности территории для хозяйственного освоения является предметом исследований Н.В. Горбатюк [2], которой разработана методика оценки, применительно к урбанизированным территориям, расположенным в предгорных территориях. Эта методика позволяет осуществлять многофакторный анализ состояния объекта (МАСО) мониторинга, с определением интегрального показателя, характеризующего состояние ГС на основании выбранного критерия оценки (рис 3). Методика применима как в естественных условиях, так и при интенсивном хозяйственном освоении и значительных техногенных нагрузках.

Все перечисленные выше методические подходы свободно интегрируются в среду ГИС, взаимно дополняют друг друга и имеющиеся данные традиционных геологических, геоморфологических и геофи-

зических методов картирования и моделирования. Предложенные методы образуют стройную технологическую цепочку (рис.4).

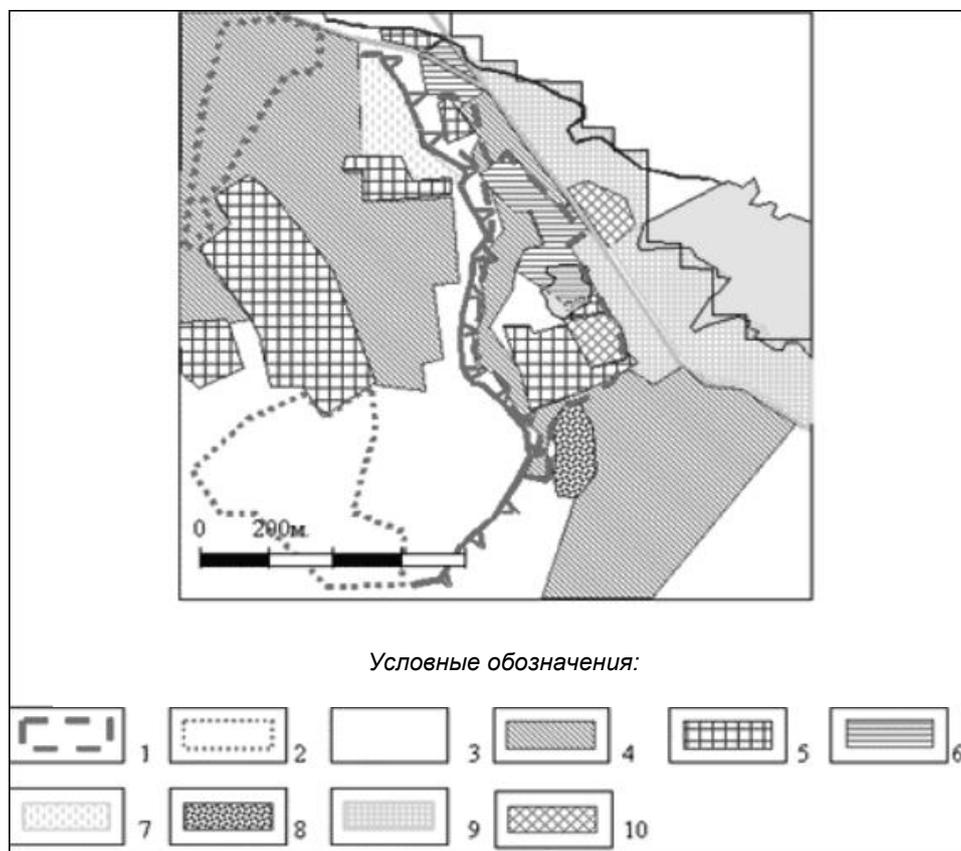


Рис. 3. Схема оценки инженерного риска территории полигонного участка

- 1- Границы зон повышенного риска; 2- границы зон с отсутствием риска; 3 - зоны слабого риска; 4 - территории одноэтажной жилой застройки; 5 - промышленная застройка ; 6 - многоэтажная жилая застройка ; 7 - заповедная (охранная) территория; 8 - карьеры; 9 - санитарно-защитные зоны; 10 – здания и территории общественного пользования.

Их комплексное использование позволяет создать ГИС, объективно характеризующую состояние ГС любой сложности, оценивать и прогнозировать изменение этого состояния с точки зрения выбранного критерия оценки.

Литература

1. Гончаренко О.А., Никитин М.Ю., Караев Ю.И. Опыт использования цифровых аэрофотосъемок на Северном Кавказе в 2000г. // Тез. Докл. IV междунар. Конф. «Устойчивое развитие горных территорий: проблемы регионального сотрудничества и региональной политики горных районов», 2001. – С. 149
2. Горбатюк Н.В. Особенности выбора показателей оценки экологического состояния геологической среды урбанизированных территорий // Тез. научно-технич. конференции профессорско-преподавательского состава по итогам научно-исследовательской работы за 1996-1997 годы. - Симферополь. – 1998. – С. 36.
3. Горбатюк В.М. Науково-методичні засади організації моніторингу стану земель у Криму. // Київ «Землепорядкування», 2000. – №2(6). – С. 64-69
4. Саломатин В.Н. Бессмертный А.Ф. Способ оценки и прогнозирования устойчивости крупных геодинамических структур и устройство для его осуществления. № заявки 95073181, принятие решения НДЦПЕ 30.03.1998.
5. Саломатин В.Н. Импульсные электромагнитные эмиссионные процессы в грунтах-индикатор экологических катастроф. // в сб. «Экологическая геология и рациональное недропользование. – Спб. – 2000. – С. 228-229.
6. Макушин А.В., Коротков В.З., Пономарев В.Е. Экспертная оценка состояния инженерного сооружения на оползнях геодезическими методами. // Инновационный потенциал КГАУ. – Симферополь: Таврия-Плюс, 2001. – С 148-150.



Рис. 4. Технологическая схема комплексного мониторинга ГС.

Анотація. В. М. Соломатін, М. В. Горбатюк, О. В. Макушин, М. Ю. Нікітін, В. М. Горбатюк **Моніторинг стану геологічного середовища Криму.** Розглянуто методи обробки даних спостережень та моделювання станів ГС з метою оцінки придатності території для господарчого освоєння. Методики дозволяють здійснювати багатofакторний аналіз стану об'єкту моніторингу з визначенням інтегрального показника, який характеризує стан ГС на основі вибраного критерію оцінки. Методики можуть використовуватись як у природних умовах, так і при інтенсивному господарчому освоєнні територій і значних техногенних навантаженнях. Пропоновані методичні підходи вільно інтегруються у середовище ГІС, взаємно доповнюють друг друга і дані традиційних геологічних, геоморфологічних і геофізичних методів картування і моделювання.

Ключові слова: методи обробки даних, моніторинг, геоінформаційні системи.

Abstract. V. N. Salamatin, N. V. Gorbatyuk, A. V. Makushin, M. Yu. Nikitin, V. M. Gorbatyuk. **The monitoring of geoeological environment in Crimea.** Methods of data processing of supervision and modelling of conditions GS are considered with the purpose of an estimation of suitability of territory for economic development. The multifactorial analysis of a condition of object of monitoring, with definition of the integrated parameter describing conditions GS on the basis of chosen criterion of an estimation allows to carry out techniques. Techniques are applicable both in natural conditions, and at intensive economic development and significant technogenous loadings. Offered methodical approaches are freely integrated into GIS, mutually supplement each other and the available data of traditional geological, geomorphological both geophysical methods of mapping and modelling.

Key words. Methods of data processing, monitoring, geoinformational systems.

Поступила в редакцію 24.03.2004 г.

Раздел III. Научные дискуссии

УДК 911.

А. И. Лычак ✉

Геосенсорика и феномен «информации» в географии

Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского,
г. Симферополь

Аннотация. Статья посвящена дискуссионным вопросам развития информационной географии. В ней проанализированы современные подходы к определению понятия «информация», основные тенденции развития ГИС-моделирования. Обосновывается необходимость введения новой научной дисциплины «геосенсорика».

Ключевые слова: информация, восприятие, ГИС, геосенсорика, геоинформационное моделирование

Вот уже на протяжении нескольких десятилетий, начиная с 70-х годов XX века, понятие «информация» выступает как одна из наиболее модных и интересных исследовательских категорий в географии. Особую теоретико-методологическую актуальность и «пикантность» изучению этой категории в географии придали развитие таких направлений как с одной стороны «геоинформатика», а с другой стороны «Общая информациология» [9] или «научно-эзотерическая эниология» [8].

Цель данной публикации – рассмотреть некоторые трактовки понятия «информация» в современной географической науке и обосновать необходимость формирования новой научной дисциплины «геосенсорика».

Философские определения понятия «информация» отличаются чрезвычайной противоречивостью вплоть до полярности. На одном полюсе – безграничный панинформизм, на другом – полнейший информационный нигилизм. Между ними – признание информации третьим атрибутом материи, равнозначным веществу и энергии; утверждение о независимости информации от какого бы то ни было материального носителя; трактовка ее как «некой» тонкоматериальной структуры с «некими» необычными для физического мира свойствами. В последнем случае признается первичность информации и вторичность материи, «некая» материальность информации и т.д.

Наиболее экспрессивно в научных кругах, в том числе и географии, утверждается панинформистская концепция информации. Автором этого «изобретения» яв-

ляется президент Международной академии информатизации И.И. Юзвизин. Информация, согласно его утверждению, есть «фундаментальный генерализационно-единый безначально-бесконечный законопроцесс резонансно-сотового, частотно-квантового и нульсингулярного самоотношения, самоотражения, отношения, взаимодействия, взаимопревращения, взаимосохранения (в пространстве и времени) энергии и движения на основе материализации и дематериализации в вакуумосферах и материосферах Вселенной» [9].

От комментария этого «определения» понятия «информации» думаю, можно воздержаться, дабы не ввязываться в дискуссию. Замечу лишь, что близкие по «содержанию» и «глубине» определения понятия «информация» даются в научно-эзотерическом учении «эниология», которое напрямую пытается адаптировать этот подход к географии [8].

Прямо противоположна панинформизму концепция инфонигилизма, в соответствии с которой понятие информации есть пустое множество, поскольку информацию невозможно идентифицировать. Здесь информация в сущности есть достояние только субъективного сознания, а за его пределами информации не существует. Онтологически с позиции инфонигилизма информация есть субъективная реальность. Сознание при этом определяется как способность человека оперировать образами социальных взаимодействий; действий с предметами; социальных и культурных связей, отделенных от непосредственных контактов с людьми и актов деятельности. Эти образы рассматрива-

ются в качестве условий, средств, ориентиров человеческого поведения. Сознание, таким образом, есть субъективный информационный образ объективного мира, субъективная реальность.

Как бы там ни было, понятие «информация» входит в круг универсальных понятий, необходимых для восприятия и отражения человеком географической реальности. С одной стороны, информация в природе существует объективно как в неявном (латентном), так и в проявленном виде. Основой проявления информации в природе являются вещественно-энергетические взаимодействия и цепочки причинно-следственных связей в поведении, функционировании, динамике географических систем.

С другой стороны, информация есть результат субъективного восприятия, отражения и оценивания различных процессов или явлений в географической оболочке. При этом информация может рассматриваться только в определенной системе субъект – объектных отношений. Субъектами восприятия и отражения информации могут выступать любые материальные тела или географические системы, но наиболее ярко информационное взаимодействие проявляется в биологических и социально-антропологических системах.

Мы придерживаемся того мнения, что в географической оболочке все геосистемы являются информационно-активными субъектами, информационное взаимодействие в которых протекает благодаря вещественно-энергетическому обмену. При этом, информационная восприимчивость (или способность к восприятию и отражению информации) проявляется в динамике состояний или этоциклах геосистем. Отражение вещественно-энергетических воздействий в структуре и функционировании геосистем заставляет нас с тем, что в географической оболочке существуют естественные или природные географические информационные системы.

И здесь на арену выступает вторая «сила», заставляющая нас обратить Ваше внимание на феномен информации в географии. Это достаточно молодое научное направление – геоинформатика.

Геоинформатика – это учение о географических информационных системах (ГИС). Собственно русский термин «геоинформатика» образован как производное от термина «информатика». Он обознача-

ет «научное направление, занимающееся изучением законов, методов и способов накопления, обработки и передачи информации с помощью ЭВМ и других технических средств», «группу дисциплин, занимающихся различными аспектами применения и разработки ЭВМ» [7]. По тому же типу позднее был образован термин «экоинформатика» для обозначения направления, связанного с обработкой информации об окружающей среде. Некоторое время наряду с термином «геоинформатика» использовался термин «географическая информатика» [3; 5; 6]. Геоинформатика (GIS technology, geoinformatics) – в большей степени технология и производственная деятельность по научному обоснованию, проектированию, созданию, эксплуатации и использованию *географических информационных систем*, по разработке *геоинформационных компьютерных программ*, по прикладным аспектам, или приложениям ГИС для практических или географических научных целей [4].

За более чем 30-летний срок своего существования геоинформатика как наука не вполне оформилась. Если взять «вертикаль» научного знания: «теория – методология – методика», мы имеем развитый методический аппарат – на нем покоятся геоинформационные технологии (ГИС-технологии); методологические обобщения составляют модели пространственных данных, методология проектирования и создания ГИС. Теория ГИС пока остается крайне фрагментарной, по-видимому, это дело будущего.

Выделяют общую геоинформатику, которая делится на теоретическую геоинформатику и прикладную геоинформатику. Если взять «горизонталь» в структуре геоинформатики, ее деление соответствует предметным областям информационного моделирования и специализации создаваемых ГИС. Выделяют геоинформационные системы экологической, природоохранной, радиоэкологической, *земельно-кадастровой* и другой специализации.

Существует параллельный геоинформатике термин «**геоматика**». Под ним понимают: «область деятельности, связанную с использованием системного подхода к выбору средств сбора, интеграции, обработки и распространения пространственных данных в континууме потоков цифровой информации» [2; 10].

Важно отметить, что в технологическую схему ГИС не входит сбор данных. Получение, или сбор данных – дело смежных индустрий и технологий (например, дистанционного зондирования). Более того, собственно географическая теория и методология практически не нашли своего применения при разработке концепций современных ГИС. Исключением являются лишь некоторые попытки создания функционально действующих экспертно-ориентированных ГИС-моделей [7].

В самом общем виде суть геоинформационных технологий составляет ввод, обработка и вывод пространственных данных. Ее ядро составляют операции пространственного анализа и гео моделирования.

Обратимся еще раз к данному выше определению ГИС. В нем мы найдем несколько фундаментальных понятий. И, прежде всего, это «**пространственный объект**» – элементарный кирпичик, используемый для информационного моделирования географического (или негеографического) пространства.

Геоинформационное (ГИС) моделирование состояний географических систем, их структуры и функционирования в значительной степени опирается на представление о том, что используемые модели и алгоритмы достаточно полно и точно отражают объективно существующую географическую реальность [16].

При моделировании в ГИС программах и их специализированных приложениях используется конкретно-научная географическая информация, получаемая с помощью различных измерительных технологий. Предварительно эта информация определенным образом формализуется, с тем, чтобы быть представленной в цифровом виде, пригодном для компьютерной обработки. Таким образом, в ходе ГИС-моделирования реальных географических явлений, процессов или объектов мы имеем дело с информацией, претерпевшей несколько стадий превращений или трансформаций. При этом на каждом этапе трансформации информационного массива осуществляются определенные процедуры абстрагирования и обобщения, генерализации и осреднения информации.

В современных ГИС-технологиях принято полагать, что цифровые модели объективно представляют (отражают) реально существующие объекты или явления, а вычислительные процедуры соответствуют эмпирически установленным зависимостям

между различными географическими процессами. При этом отличия между цифровыми моделями и реально существующими объектами (объектами-донорами) воспринимаются как несущественные.

В науке об искусственном интеллекте, отображение или представление, посредством информационных технологий, реальных географических объектов определяется, как «набор соглашений относительно того, как описывать реальность» [17]. Один из основоположников современной геоинформатики П. Уинстон прямо отмечал, что «точность компьютерного воспроизведения представлений о географических объектах и процессах – главный критерий оценки потенциальной полезности, применимости и эффективности почти любой вычислительной системы. Точность и полнота компьютерного образа географического объекта или системы – ключевой концепт в любой геоинформационной модели или приложении, используемом компьютером».

Способы получения, восприятия и отражения информации о геосистемах, слагающих географическое пространство, а также технологии формирования адекватных образов географических процессов и явлений являются базовыми в цепочке современных информационных технологий моделирования реального мира.

По нашему мнению, пришло время для синтеза и теоретико-методологического обобщения в рамках единой научной дисциплины «геосенсорики» эмпирического и технологического массива знаний о способах восприятия и отражения географической (пространственно распределенной) информации. Речь идет, прежде всего, об информации, раскрывающей свойства и качественные особенности географических пространственно-временных структур, объектов, процессов или явлений. Географические пространственно-временные структуры проявляются в виде различных состояний геосистем или в виде ситуаций, складывающихся в ходе геосистемного взаимодействия, обмена веществом, энергией или информацией.

Представляется важным разграничить различные типы информации, с которыми приходится иметь дело географам.

Если информация есть мера неопределенности, то методологически очень важно определить субъекты восприятия информации, с позиций которых оценивается степень неопределенности в про-

странственно-временной цепочке явлений или событий. Исходя из этого, все многообразие географических объектов или явлений можно представить как воспринимающие информацию субъекты, с позиций которых мы и рассматриваем факт наличия или отсутствия информации как явления. Основанием деления в классификации географической информации может выступить тип воспринимающих информацию субъектов – географических сенсоров (геосенсоров).

В общем, виде все геосенсоры, можно разделить по следующим основаниям образом:

1. По уровню организации материи: живые, биокосные и неживые.

2. По генезису: естественные, технические, природно-антропогенные (смешанные).

3. По уровню в иерархии структурной организации: элементарные (элементные), компонентные, геосистемные, территориально-комплексные.

4. По пространственно-временным масштабам.

5. По активности динамики и функционирования и т.д.

Конечно, последнее слово при первичной оценке факта наличия или отсутствия или меры количества информации принадлежит человеку, исследующему взаимодействующие и динамически изменяющиеся геосистемы, объекты или явления. В конечном счете, любое измерение количества информации, оценивание факта его наличия носит антропосубъектный характер. Тем не менее, это не означает, что информация становится таковой только тогда, когда становится осознанной человеком. Она, конечно же, существует и независимо от человека. Но до сих пор никто, кроме человека, не научился ее измерять, то есть, применять категории меры, нормы и количества к воспринимаемой информации.

Геосенсоры воспринимают и отражают информацию очень по-разному, отличаясь друг от друга как способностью к восприятию различных типов информации, так и возможностью и способами ее отражения. Отношение между восприятием и отражением информации можно выразить понятием трансформации информации геосенсорной системой.

В неживой природе источником переноса или индукции информации являются материально-энергетические процессы

или явления, а также цепочки причинно-следственных связей в этологических циклах развития геосистем.

В большинстве случаев информация в географической оболочке существует в виде пространственно-временных структур (спейс-таймов; место-событий; стексов, геоситуаций) различной степени динамичности, генезиса, структурно-функциональной целостности и упорядоченности и т.д. Проявляется информация лишь в ходе взаимодействия геосенсора с источником информации. Это взаимодействие может носить активный или пассивный; прямой или косвенный (опосредованный физическими энергетическими полями) характер.

Если совокупность пространственно-временных структур носит абсолютно неупорядоченный характер в пространстве и времени, или сами структуры носят «размытый», не четкий характер, то можно говорить об информационном «белом» шуме. Такая же ситуация наблюдается в случаях когда геосенсор не способен воспринять, идентифицировать и отразить тот или иной тип пространственной временных структур взаимодействующих с ним.

Определенные ограничения на восприятие информации накладывает пространственно-временная несогласованность масштабов структуры и функционирования геосенсора и воспринимаемого явления.

Особенно актуальным формирование геосенсорики выглядит в контексте развития информационных технологий. Особая роль при этом отводится теории и технологии восприятия и формирования адекватных образов географических объектов, процессов и явлений в виде геоинформационных моделей, объективных, достаточно полных, когнитивно убедительных и эффективных при компьютерном отображении и моделировании географической реальности.

Философско-методологическим базисом геосенсорики, как и географической информатики в целом, выступает эмпирический реализм или научный материализм [13]. Если нас окружает реальный географический мир, то формальные характеристики этого мира могут быть получены и определены только методами объективного контроля типа стандартных измерений.

Вместе с тем, формирование наших представлений и понятий в познавательном процессе во многом определяется длинной цепочкой актов мыслительной

деятельности: от ощущений через восприятие, представления, воображения к понятию и его определению, в котором фиксируется образ реальной действительности с той или иной долей погрешности. По сути, в мозгу человека формируется идеальный, субъективный образ мира. Опыт взаимодействия человека с окружающей его средой позволяет ему устанавливать обратные связи между этими мирами, которые приводят структуры мыслительных образов и структуры реальности в соответствие друг другу. Именно эмпирический реализм используется в качестве философско-методологической основы практически во всех теоретических работах по геоинформатике и в теории искусственного интеллекта [11; 12; 14; 15].

Наши мысленные модели-образы, представления, понятия формируются в результате взаимодействия нас как познавательных субъектов с реальным миром как путем непосредственного контакта наших органов чувств – сенсоров, так и опосредованно, путем привлечения специальных измерительных технических средств или методических научно обоснованных приемов. В любом случае, наше восприятие и отражение географического пространства и его составных частей носит синтетический характер и генетически связано с самыми различными познавательными процедурами. Именно это восприятие и отражение положено в основу научных моделей, посредством которых мы описываем и изучаем пространственно-временные структуры географического пространства-времени. Можно говорить о геосенсорном детерминизме в научных описаниях структур географического пространства.

Последнее утверждение нашло свое подтверждение как в явном, так и в неявном виде в работах многих отечественных и зарубежных ученых, более того оно оформилось в целый ряд научных направлений и школ. Так помимо собственно теоретической географии, ландшафтоведения, геоинформационной теории вопросами изучения восприятия и отражения географического пространства-времени на протяжении уже десятков лет занимаются ментальная и когнитивная географии. Эти вопросы активно рассматриваются и обсуждаются в картографии, в концепциях пространственных систем контроля и экологического мониторинга; в дистанционном зондировании Земли и,

особенно, теории и методологии интерпретации и визуализации данных ДЗЗ; теории виртуальных компьютерных пространств; в теории 3D-визуализации, инженерно-архитектурного моделирования и проектирования. Активно вопросы восприятия и описания пространственно-временных структур обсуждаются в работах по пространственной геостатистике, математической географии, фрактальной географии, в теории и практике нейронно-сетевое моделирование и анализа, синергетического подхода в географии.

Совершенно очевидным фактом является связь между восприятием и поведением геосенсоров. Если в качестве геосенсора выступает человек, то не менее очевидным выступает связь между его познавательными (воспринимаемыми) способностями и языком отражения информации.

Особая роль проблеме восприятия и отражения географической информации отводится в околонучных и теологических течениях, литературно-художественном творчестве (в том числе научно-фантастическом), в народном эзотерическом мышлении и современном наукообразном мифотворчестве, легендах, сказаниях и сказках. Например, в так называемой эниологии, эниологической дидактике, теории всеобщей информации, концепции торсионных полей, в теории «неких» тонких информационно-полевых структур.

Вероятно, что список «заинтересованных лиц» мог бы быть значительно длиннее, но уже этого достаточно для того, что бы обосновать потребность в формировании нового научного направления «геосенсорики». Тем более, что в самой географии проблема получения информации и ее адекватное отражение является чуть ли не самой древней и актуальной.

Таким образом, представляется актуальным и своевременным вынести на повестку дня вопрос синтеза научных законов, теорий, подходов, принципов и технологий получения (восприятия) информации о структуре и функционировании географических систем, объектов и явлений, как первой стадии в технологической цепочке геоинформационного моделирования в рамках новой научной дисциплины «Геосенсорики».

Литература

1. Баранов Ю.Б., Берлянт А.М., Капралов Е.Г., Кошкарёв А.В., Серапинас Б.Б., Филиппов Ю.А.

- Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов. – М.: ГИС-Ассоциация, 1999. – 204 с.
2. Берлянт А.М. Геоинформатика. – М.: Фирма "Астрей", 1996. – 207 с.
 3. Информатика. Русско-английский терминологический словарь. – М.: ВНИИКИ, 1992. – 94 с.
 4. Кошкарёв А.В. Толковый мини-словарь основных терминов по геоинформатике (с английскими эквивалентами). – ГИС обозрение, весна 1994 г., No 0. – С.56-59, ГИС-обозрение, осень 1994 г., No 1. – С.59-62. ГИС-обозрение, зима 1994 г., No 2. – С.50-51.
 5. Проблемы геоинформатики. Тезисы докладов республиканской научной конференции. Тарту-Кяэрику, 22-23 сентября 1983 г. – Тарту, 1983. – 84 с.
 6. Першиков В.И., Савинков В.М. Толковый словарь по информатике. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 543 с.
 7. Черванев И.Г. Геоинформатика глазами ортодоксального географа. – "ГИС-Обозрение", 2003. – <http://www-geology.univer.kharkov.ua/index.html>.
 8. Швобс Г.И. Прорыв в прошлое. Научно-эзотерическое миропонимание. Книга 1. – Одесса: Маяк, 1998. – 300 с.
 9. Юзвишин И.И. Основы информатиологии. – М: Высшая школа, 2001. – 600 с.
 10. Bezar J. – GIM. – Vol. 10. – No 5. – 1996. – P. 12-18.
 11. Couclelis H. The truth seekers: Geographers in search of the human world. // Golledge, R., Couclelis, H., Gould, P. A Ground for Common Search. – Santa Barbara, CA: The Santa Barbara Geographical Press, 1988. – P. 148-155.
 12. Frank, A.U., Mark, D.M., Language issues for GIS. // Maguire, D.J., Goodchild, M.F., Rhind D.W. Geographical Information Systems: Principles and Applications. – V.1. – London: Longmans Publishers, 1991. – P.147-163.
 13. Lakoff, George., Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind. Chicago. – University of Chicago Press, 1987. – P. 49.
 14. Mark, D. M., and Frank, Andrew U.,. Experiential and Formal Models of Geographic Space. – Environment and Planning. -B, v. 23. – 1996. – P. 3-24.
 15. Mark, D. M., 1999. Spatial Representation: A Cognitive View // Maguire, D.J., Goodchild, M.F., Rhind D.W. Geographical Information Systems: Principles and Applications. – V.1. – London: Longmans Publishers, 1991. – P. 81-89.
 16. Turner M.G.. Quantitative methods in landscape ecology. New York: Springer-Verlag, 1991. – P. 23-24.
 17. Winston, P. H., Artificial Intelligence. 2nd Edition. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1984. – P. 21

Анотація. А. И. Лычак Геосенсорика та феномен «інформації» у географії. Стаття присвячена дискусійним питанням розвитку інформаційної географії. Проаналізовано сучасні підходи щодо визначення поняття "інформація", основні тенденції розвитку ГІС-моделювання. Вказано на необхідність введення нової наукової дисципліни "геосенсорика".

Ключові слова: інформація, сприйняття, ГІС, геосенсорика, геоінформаційне моделювання.

Abstract. A.I. Lychak Geosensority and phenomenon of "information" in geography. The article is devoted to controversial question – information geography development. The author presents the modern approaches to the term "information", the main GIS-modeling tendencies and also explanation of the new definition "geosensorica".

Key words: information, perception, GIS, geosensorics, geoinformation modeling.

Поступила в редакцію 17.06.2004 г.

УДК 910

О. П. Ковальов

Геосистеми як інформаційні машини

Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна

Анотація. В статті даються загальні уявлення про інформаційний аспект в географії і інформаційну машину як складову геосистем. Показано, що поняття про інформацію було введено А. Пуанкаре у вигляді так званих розривів Пуанкаре. Інформація розглядається як закріплення випадкового вибору. Наводяться приклади прояву дії інформаційної машини в геосистемах різних рівнів організації – мінеральних (флювіальний процес), біотизованих і антропізованих.

Ключові слова: геосистеми, геоінформаційні технології.

Природа від початку є складною і містить в собі всі можливі варіанти розвитку. Серед цих варіантів, при певних граничних умовах, є такі, які ведуть системи у бік все більшої складності. Рух систем вздовж градієнту інформаційного поля вимагає від них збільшення внутрішнього різноманіття, тобто подрібнення внутрішнього простору станів, що, у свою чергу, веде до росту невизначеності і необхідності “мати уяву” про свій *алфавіт станів*, тобто породжувати внутрішні моделі геоситуацій і можливих варіантів їх змін. Як пише Д. Марр, “деяка робота представляє собою всього лише” задачу обробки інформації” або “деякий організм представляє собою “всього лише” машину, яка здійснює обробку інформації” [1, с. 19 - 20]. Але такі системи є когнітивними, отже мову слід вести про порівняння ступеню когнітивності систем різних рівнів організації. При цьому система може навіть не знати про свої когнітивні властивості, тобто її когнітивна функція відтворюється разом з фізіологічною, а, отже, ніяк не самоусвідомлюється. Але “створення” нової інформації у вигляді нової структурної реалізації і нових режимів функціонування відбувається в ході *самоорганізації*. Це означає, що в системі діє *інформаційна машина*.

Знаменита теорема Анрі Пуанкаре та інформація. Хоча існує дуже багато робіт, в яких обговорюється питання визначення інформації, відносно цього поняття є певна невизначеність. Автор не береться вирішити цю проблему, але я хочу звернути увагу на той факт, що в науковому варіанті

це поняття (але не термін) було введено видатним Анрі Пуанкаре ще у 1892 році. Мова йде про так звану знамениту теорему А. Пуанкаре, яка формулюється так: *у найбільш загальній консервативній задачі канонічні рівняння класичної механіки не допускають ніякого іншого аналітичного постійного інтегралу, крім інтегралу енергії* [2]. Ця умова веде до так званих розривів Пуанкаре у рішеннях, знайдених за методом Гамільтона – Якобі. Мова йде про те, що повна енергія системи є єдиним виразом, який можна представити за допомогою математичної функції, яка *добре себе поводить*. Природу такого розриву показано на рис. 1. Тут же показано приклад такого розриву, який виникає, якщо два пов'язаних осцилятори коливаються з різною частотою. Відбувається розходження частот. Це так звані фігури Ліссажу. Цей приклад є цікавим тому, що геосистеми – це значною мірою коливальні системи, в яких має місце взаємодія багатьох осциляторів. Так, водний потік в каналі – це, при найпростішому розгляді – два пов'язаних осцилятори, які коливаються у горизонтальній (ширина потоку) і вертикальній (глибина) площинах.

Для нас таке розуміння руху системи є дуже важливим, бо *розриви Пуанкаре* відповідають умовам, при яких передбачення стає неможливим: система *робить вибір самостійно*, а, отже, це заперечує існування детермінізму. На перший план виходить інформація як закріплення випадкового вибору, як *здійснення неочікуваного*.

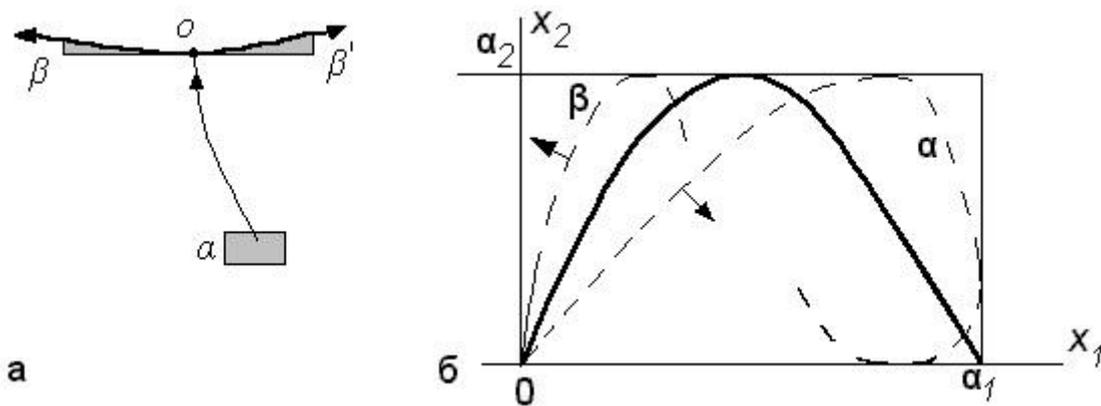


Рис. 1. Розрив Пуанкаре, який розділяє траєкторії руху системи: а – фізичний зміст розриву Пуанкаре, коли початкові умови містять невизначеність; б – рух у двомірному просторі (утворення “фігур Ліссажу”) [2]. Координата x_1 коливається від 0 до a_1 (з періодом t_1), а x_2 змінюється від 0 до a_2 (з періодом t_2). Якщо t_1 менше за t_2 , маємо криву α , в іншому випадку утворюється крива β .

Згідно з твердженням Дж. Ніколіса [3], інформація породжується не тільки через біфуркації, але і шляхом послідовності ітерацій, тобто все більш точного розв’язання невизначеності. Леон Бріллуен вводить інформацію так [2]:

$$I = K \ln(P_0/P_1),$$

де K – незмінна, яка залежить від вибору системи одиниць, \ln – натуральний логарифм, P_0 – множина подій, які можуть потенційно відбутися з однаковою імовірністю (якщо будь-яка інформація відсутня), P_1 – множина подій з рівною імовірністю, яка залишається після зняття певної невизначеності. Якщо імовірності розподіляються нерівномірно, використовують формулу інформаційної ентропії К. Шеннона:

$$i = -\sum_j p_j \ln p_j$$

Згідно з твердженням Г. Хакена [4], прирощенню інформації відповідає величина:

$$K = \sum_j p_j \ln \frac{p_j}{p'_j},$$

де p_j – розподілення ймовірностей станів з індексом j ; p_j та p'_j – два послідовних розподілення станів.

Тут важливо розуміти, що порушення просторової симетрії є головною передумовою, яка дає можливість говорити про інформаційний процесор. Питання утворення просторових структур обговорюється в роботі Г. Хакена [4]. Для цього оператор, який діє на деяку величину, яка характеризує розподілене середовище, повинен мати похідну по просторовій координаті. При наявності тільки одного параметру порядку, який зростає у часі, ми мати-

мо мемо еволюцію просторової структури, як це показано на рис. 2 [4]. У геопросторі можна знайти багато прикладів порушення просторової симетрії.

Закріплення відібраного варіанту дозволяє виділяти, інтерпретувати та передавати “повідомлення”, приховане у нелінійній динаміці неврвноваженої системи. Отже, інформація тісно пов’язана з порушенням симетрії. Але для нас важливим є питання механізму виникнення асиметрії. Таким механізмом є біфуркація, що супроводжується порушенням симетрії, яка відбувається у вигляді неповторної події. Ще один механізм пов’язаний із впливами середовища, зміни якого відзначаються значними коливаннями (такий відбір описаний в роботі В. Хорстемке і Р. Лефевра [5]). Так званий мультиплікативний шум може не тільки чинити дезорганізуючий вплив на систему, але і стабілізувати в ній нові макроскопічні стани.

Геосистема в інформаційному просторі. Геосистеми, які відносяться до категорії дисипативних систем, функціонують в умовах, коли їх середовище постійно змінюється, і у цих змінах присутні як певні регулярності, так і стохастичні флуктуації. В таких системах має бути тісний зв’язок між структурою і функцією, бо вони є адаптивними системами. Структура геосистеми складається з множини певним чином пов’язаних між собою елементів апаратурної реалізації (елементарні басейни, ерозійні канали, популяції організмів, елементарні господарські одиниці і т.п.). Для того, щоб описати таку систему, треба визначити множину вхідних сигналів (стимулів), множину вихідних сигналів (реакцій) і правила підкріплення, які є функцією її ре-

акцій на певні входні сигнали. Зовнішнє середовище, в якому знаходиться геосистема, пред'являє кожному її елементу в кожний відрізок часу t певний клас ситуацій ($A_1(t), A_2(t), \dots, A_N(t)$). Такі ситуації, взагалі кажучи, утворюють континуум. Але геосистема може реагувати на зміну ситуації стрибкоподібно, тобто сукупність реакцій є кінцевою (R_1, R_2, \dots, R_M) [6]. Таким чином, в кожний момент часу перед елементами геосистеми постає необхідність "прийняття рішення" (у "метаболичному" смислі) про перехід у той чи інший стан. Підкріплення ж реакції відбувається завдяки природному відбору. Геосистеми, які не спроможні вчасно відреагувати на зміну ситуації, накопичують помилки і врешті решт руйнуються. В такому разі оптимізація системи

означає подовження терміну її існування. Оскільки між ситуаціями і станами геосистем з причини наявності внутрішніх флуктуацій немає взаємної відповідності (взаємодозначного відображення), геосистема має робити вибір. Але більш цікавим моментом є випадок, коли система є активною в своєму пошуку оптимального напрямку руху. А це неможливо, якщо вона має обмежений набір станів і не спроможна породжувати нові. Більше того, перевагу повинні мати такі системи, які містять режими з минулого (пам'ять) і такі, які можуть знадобитися у майбутньому, хоча це дещо зменшує ефективність, бо збільшує ентропію: минуле, сучасне і майбутнє поєднуються у текучій ситуації.

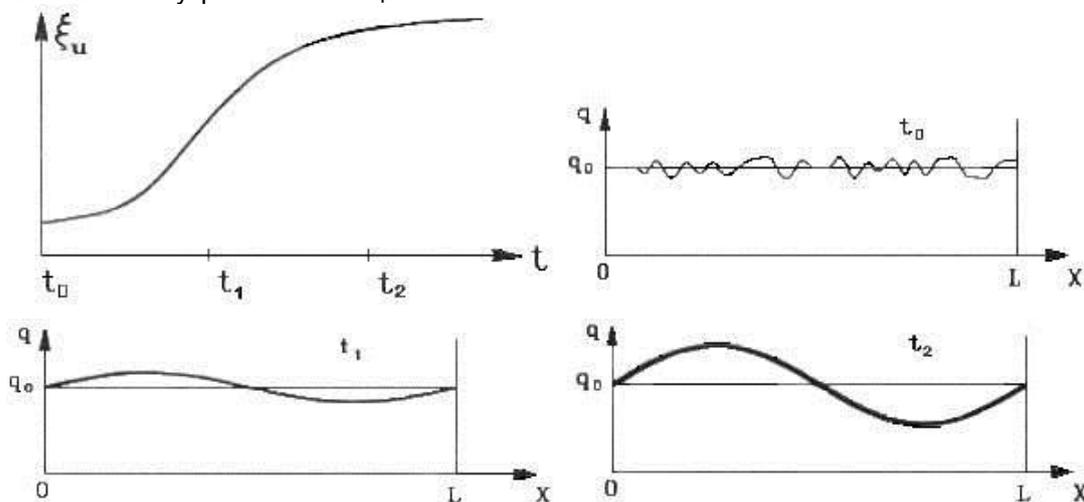


Рис. 2. Еволюція просторової структури у часі (показано три стадії: t_0, t_1 та t_2) під впливом росту параметру порядку. Ріст параметру порядку показано вверху зліва. Рисунок зкомпановано на основі рисунків з роботи [4].

Отже, геосистеми мають постійно здійснювати роботу з вимірювання ситуації та її порівняння з її внутрішнім відображенням (моделлю), що вони роблять з певною точністю. До речі, наявність хаосу в режимах геосистем є тим інструментом, завдяки котрому вони можуть змінювати точність виміру (відмінності між різними варіантами режимів (з роботи [7]) показані на рис. 3). Це означає, що у функціональній структурі геосистем має бути такий рівень динаміки, який передбачає відображення в термінах символічної динаміки і інформації, тобто інформаційні процеси у геопросторі виникли разом з першими геосистемами і еволюція останніх має включати, в першу чергу, саме удосконалення апаратної реалізації інформаційних ма-

шин. Це необхідно для того, щоб опанувати середовища із все більшим інформаційним насиченням. Якщо виходити з того, що інформація є запам'ятовуванням випадкового вибору (наприклад [8]), система має постійно вести пошук нових варіантів. З причини обмеженості ресурсів, стара інформація має стиратися. Таким чином, принаймні частина системи має постійно перебувати у досить складному стані постійного руйнування і становлення. Такий стан отримав назву критичності, що самоорганізується (наприклад, [9, 10]). Його головною рисою є те, що він породжує флуктуації, розподілення яких описується ступеневою функцією. Такий стан є аттрактором – обмеженою областю фазового простору, до якої система притягується.

Саме в таких умовах породження нової інформації стає найбільш спрощеним. Ро-

зглянемо головні питання такої дії.

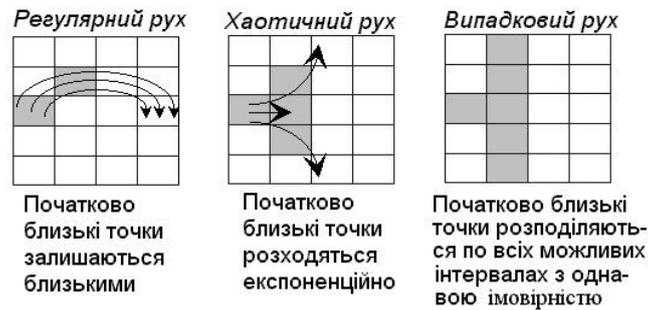


Рис. 3. Три варіанти руху системи, як їх уявляє Г. Шустер [7].

Самоорганізація критичності та "прироцнення" інформації. Слід зазначити, що фізичною основою відбору інформації є не лінійність динаміки системи, яка проявляється в першу чергу у вигляді порушення просторової симетрії. Такі процеси передбачають потрапляння системи у критичні стани. Критичні стани в цілому є темою широкого обговорення у фізиці фазових переходів. Вони відзначаються значним збільшенням флуктуацій, які стають макроремінними. Але стан самоорганізації критичності відрізняється від звичайних критичних станів тим, що система, яка опинилася в такому стані, залишається в ньому на протязі невизначеного терміну, тобто такий стан є атрактором. Такий стан може відтворюватись при досить обмежених граничних умовах, але саме в цій області система демонструє найбільше різноманіття режимів. Важливим моментом є те, що зв'язки між складовими системи є різними за природою і інтенсивності. Це означає, що природні системи ніколи не знаходяться в стані абсолютної адаптованості і максимально можливої ефективності функціонування, бо такі системи просто не могли б існувати у середовищі, яке швидко і непередбачено змінюється. В той же час існує деякий мінімальний поріг відповідності умовам, опинившись нижче якого складові випадають із структури системи. Оскільки вони пов'язані з іншими складовими, певна частина системи руйнується, утворюючи "лавини вимирання". Це веде до вивільнення частини ресурсу і необхідності перетворення структури системи, її переходу в інші області функціонування. Саме в ці періоди несталості виникає можливість приєднання до системи нових складових і перетворення структури. Слід додати, що саме в ці періоди в системі має зростати і конкуренція, яка

стимулює відбір. Але тільки знаходячись в стані самоорганізації критичності, система може просуватися в напрямку градієнту концентрації інформації, виходячи на все більш складні режими функціонування у середовищах, все більш насичених інформацією. В той же час, перебування в таких умовах вимагає від системи посилення функції внутрішнього регулювання, що неможливо зробити без розбудови механізмів символічної динаміки з метою моделювання середовища і самої себе у цьому середовищі. Мова йде про принцип максимуму інформації [11]: *в ході становлення, система прагне максимізувати кореляції між стимулом (впливом середовища) і відкликом (поведінкою системи)*. Цей принцип знаходиться у відповідності до умови обмеженості енергетичних ресурсів. При цьому в системі має відбуватися природження інформації завдяки урізноманітненню реакцій і збільшення їх точності. Це вимагає від системи мати у своєму репертуарі певний набір режимів, які встановлювались в минулому і з різною імовірністю можуть виникнути у майбутньому, тобто вона має рухатись до стану інформаційного насичення (структурно-функціональної повноти). Отже, в системі водночас мають бути присутні елементи функціонування минулого, сучасного і майбутнього, а в самій системі повинні бути механізми пошуку режимів, що відзначаються найбільшою відповідністю граничними умовам, що виникли на даний момент часу. Це означає, що частина системи має постійно перебувати у стані пильнування, всередині неї час від часу має спалахувати активність. В той же час збільшення внутрішнього різноманіття викликає потребу у функції керування, бо складність веде до хаосу, якщо не приборкується ієрархією.

Поняття про інформаційну машину. Інформаційну машину визначимо як *структуру, динамічні режими якої дозволяють здійснювати роботу з обробки, і закріплення відібраної інформації шляхом використання негентропії зовнішнього потоку енергії*. На вході такої машини невизначеність має бути більшою, ніж на виході. Метою дії інформаційної машини має бути оптимізація значень параметрів порядку (наприклад, вхідної потужності), які організують її структуру. Такі машини існують в природі на різних рівнях організації. Прикладом може бути просування равлика [12]. Д. Марр пише: "Одна з чудових особливостей інформаційних машин полягає в тому, що для їх повного розуміння необхідно прийняття множини пояснень на різних рівнях" [1, с. 20]. Тут не існує якогось одного підходу, або моделі: кожен проблему слід розглядати з кількох точок зору.

Розглядаючи питання дії інформації на систему, Г. Хакен користується вектором її стану, який виникає внаслідок об'єднання окремих перемінних q_i , сукупність яких характеризує систему. Ці перемінні можуть змінюватись у часі. Такий вектор стану записується так [4]:

$$\mathbf{q}(t) = [q_1(t), q_2(t), \dots, q_N(t)].$$

Еволюція цього вектора, тобто динаміка системи, визначається диференціальними рівняннями виду:

$$d\mathbf{q} / dt = \mathbf{N}(\mathbf{q}, \mathbf{a}) + \mathbf{F}(t),$$

де \mathbf{N} – детерміністична частина, а \mathbf{F} – флуктуації, \mathbf{a} – керуючі параметри., t - час. Якщо при відсутності флуктуацій значення вектору станів \mathbf{q} у початковий момент часу відомо і керуючі параметри задані, майбутнє вектору \mathbf{q} визначено однозначно. З часом цей вектор прагне вийти на атрактор. Задати керуючі параметри означає визначити конфігурацію "поверхні" (це може бути n -мірна гіперповерхня), по якій рухається система. Всередині системи проявляються так звані параметри порядку (Г. Хакен називає їх інформаторами), які встановлюють дальні кореляційні зв'язки, зумовлюючи зростання когерентності її складових. Параметрами порядку частіше за все є виділені моди.

Отже, система "занурена" у складний потік буття, який перетворює існуючі і породжує нові системи, які починають входити у взаємодію між собою, виборюючи право на існування. Якщо мова йде про геосистеми, можна говорити про геоситуацію, яка постійно змінюється. На систему в такому просторі діють як сили "тяжіння" (у

напрямку атрактору), так і сили опору (в'язкість), що заважають просуванню. Проблема відбору і породження інформації виникає тоді, коли складний сигнал може привести до різних атракторів (в одному басейні може бути кілька атракторів). У такому випадку відбір атрактора означає "породження" інформації. При цьому система має керуватися кореляціями між *внутрішнім образом* середовища, якщо такий є всередині системи, і структурою того потоку сигналів, яка подається на вхід системи із зовні. В цьому плані дуже привабливою виглядає розробка Сейновського з співавторами [4], які розробили так звану "машину Больцмана". В її основу було покладено інформацію Кульбака.

В той же час, структура середовища може бути дуже складною і мінливою, що не дозволяє системі зупинитися у своєму русі. До того ж мінливість часто носить випадковий характер. Це означає, що, щоб залишатися сталою, система має постійно обробляти сигнали з боку середовища, розпізнавати їх і відповідним чином реагувати (адаптуватися, або, якщо це можливо, певним чином перетворювати середовище). "Розпізнати" означає "відобразити" в своїй структурі (морфологічній або динамічній), перекодувати сигнал, використовуючи "внутрішню мову" у вигляді тих або інших структурних зв'язків і запам'ятати. "Розпізнати" означає *перекласти на внутрішню мову системи*. "Але можливість перекладу означає існування інваріанту. Перекласти як раз і означає: виділити цей інваріант" – пише А. Пуанкаре [13, с. 268]. "Відобразити" – значить втратити внутрішню симетрію, ускладнитись. Нарешті, "відобразити" означає *змінити геометрію простору станів системи*. У. Гренандер вважає, що мета будь-якого розпізнавання – не стільки в отриманні рішень типу "так", "ні", "не знаю", скільки вироблення структурних зображень (патернів). При цьому жодна модель обробки не спроможна виробити задовільний опис, поки у неї не буде закладено деяку *породжуючу граматику* того класу образів, які аналізуються [14]. Таким чином, структурно-функціональна організація будь-якої геосистеми має включати різноманітні режими з різним характерним простором-часом, тобто як великомасштабні, так і мілкомасштабні. І це підтверджується емпіричними даними. Хоча, як здається, сталість системи пов'язана з присутністю в системі великомасштабних

функціональних ланок, які діють у режимі гомеостазу, в природних системах частотні і метричні спектри є досить широкими. Це пов'язано з тим, що надійна обробка інформації вимагає наявності в системі хаотичних режимів, розвитку турбулентності, яка, як відомо, включає широкий спектр дій. Але далі постає питання про організацію таких систем, бо хаос і різноманіття знижують сталість. Отже, хаотичні режими мають бути локалізованими в окремі функціональні кластери, які концентруються у периферійних частинах системи і формують мережу всередині неї, що розчленовує сталі гомеостатичні зони. З'єднуючись, елементи мережі утворюють вузли, в яких і відбувається переробка імпульсів. Такі структури можуть рухатись у просторі. Ще один важливий чинник – *внутрішня активність* системи, яка виникає при наявності певної кількості вільної енергії і складності. Тільки в цьому разі геосистема виходить на реалізацію активного пошуку. Не можна, не торкнутися і питання локалізації когнітивної функції. Принцип локалізації функцій – один з найважливіших, бо він має відношення до проблеми ефективності: із збільшенням локалізації функцій система стає більш ефективною. В геопросторі ми також маємо прояв такої локалізації когнітивної функції в напрямку від мінеральних геосистем до їх когнітивованого варіанту.

В основі дії природних інформаційних машин лежать явища резонансу і самоорганізації. Як зауважує Дж. Ніколіс [3], на відміну від гамільтонових систем, дисипативні системи перетерплюють послідовність порушень симетрії. Їх еволюція характеризується *виробництвом ентропії*, яке супроводжується все більшою диференціацією і *нароощуванням складності*. Цей процес, в свою чергу, вимагає виникнення ієрархічних співвідношень між групами станів. Ще одна характеристика – *самоорганізація* – стає можливою, коли складність перевищує певний критичний поріг. Вона пов'язана із спроможністю системи моделювати (тобто стискати до алгоритмів мінімальної довжини) навколишнє середовище і частини самої себе. Це означає, що взаємоднозначне відображення не може породжувати самоорганізацію. Внутрішня модель дозволяє суттєво скоротити витрати ресурсів на пошук режиму поведінки, адекватної ситуації. Можна сказати, що це відповідає закону мінімальної дії. Наступним рівнем слід вважати виникнення

швидкого моделювання [15], яке є характерним для ссавців і тепер ми наближаємось до того, що воно буде створено на рівні антропізованих геосистем.

Рівень когнітивності системи визначає її спроможність оцінювати ситуацію на основі переробки інформації і адекватно реагувати на неї, тримаючись заданої мети. Коли тиск з боку середовища змушує систему прискорити темп обробки сигналів вище деякої межі, система або гине з причини накопичення помилок, що проявляється у виникненні негативних деформацій, або переходить на більш високий когнітивний рівень, створюючи додатковий цикл виявлення помилок з метою зведення до мінімуму викривлень, що є причиною високої щільності потоку сигналів. Природний відбір сприяє системам, які можуть ускладнюватись, переробляючи все більшу кількість інформації. З цієї точки зору дуже цікавою є робота Є. Седова [16]. Він показав, яким чином відбувається стиснення інформації при переході з одного ієрархічного рівня на інший.

Важливим моментом є кількість інформації, яка залежить від ступеню диференціації геоситуацій. Це дає змогу говорити про інформаційну розмірність як швидкість зростання кількості інформації при збільшенні розв'язуючої спроможності системи:

$$D_j = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \left[\frac{I(\varepsilon)}{|\log_2 \varepsilon|} \right],$$

де D_i - інформаційна розмірність, ε - розв'язуюча спроможність (розмір чарунок), I - інформаційна ентропія [3]. Фрактальна розмірність є верхньою межею інформаційної розмірності. Так, фрактальність (у певних межах) флювіальних мереж (цей факт доведений багатьма дослідниками, починаючи з Б. Мандельброта) можна розглядати як прагнення до геометрії з максимальною розв'язуючою спроможністю цих природних систем. Слід додати, що збільшення кількості інформації викликає необхідність збільшення станів, тобто алфавіту системи. Якщо замість (ε) ввести елементи символічного відображення системи, можна, за аналогією, ввести поняття про власну розв'язуючу спроможність, коли $N \rightarrow \infty$, де N - кількість символів-станів в алфавіті. Інформація може існувати тільки будучи укладеною у той чи інший носій, властивості якого обмежують її кількість. Чим більше інформації містить даний носій, тим більш складний оператор

дії вона кодує. Оператори дії – це динамічні режими системи. Наявність інформації в системі дає їй можливість досягати певної мети, тобто збільшувати імовірність здійснення певної події: при цьому імовірність цієї події починає перевищувати її спонтанне значення. За відсутності такої інформації (яка використовується для побудови внутрішньої моделі) система має робити максимально можливу кількість рухів у самих різних напрямках, обслідуючи в *сліпу особистий простір станів*. Такі рухи є випадковими і імовірність знаходження необхідного режиму є при цьому дуже малою. Мова йде про внутрішні флуктуації, які задаються алгоритмом, який не стискається, що веде до збільшення внутрішньої ентропії (рис. 4а). По суті справи, система постійно “мутує”. В той же час

без цього взагалі неможливо натрапити на доцільний режим. Якщо системі вдається, завдяки *резонансу*, визначити необхідний режим, відбувається орієнтація рухів у просторі станів у відповідному напрямку (рис. 4б), що зменшує її поведінкову ентропію. Таким чином, ми, за характером руху системи, маємо три головних стани (динамічні режими), які є атракторами: гоомеостатичний (з переважанням регулярної динаміки), стохастичний і критичний. Перший є наслідком послідовності ітерацій, направлених до так званого *граничного циклу* (один з варіантів атрактору), другий є наслідком дії другого початку термодинаміки і веде до стирання інформації, і тільки третій дозволяє постійно створювати нову інформацію шляхом переструктурування - заміни її носіїв та операторів дії.

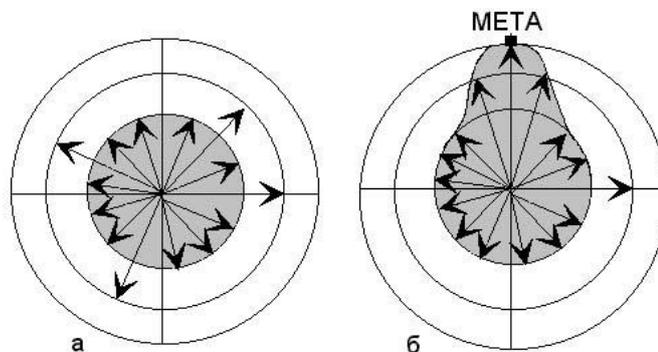


Рис. 4. Рухи системи при: а – відсутності мети, б – наявності мети.

Важливим моментом є питання, чи справді інформаційна машина виробляє інформацію? Подібну проблему ще у 50-х роках розглядав Л. Бріллюєн [2]. Обговорюючи роботу обчислювальної машини, він писав, що такі машини не виробляють інформацію, а тільки обробляють її. Але мова йде про виділення певного варіанту серед астрономічної кількості інших варіантів, що як раз можна розглядати як саме *виробництво* інформації. Завдяки цьому виникає структура (морфологічна, або поведінкова), в якій маса ймовірностей має суттєво інше розподілення, ніж напередодні. По суті справи, інформаційна машина саме і перерозподіляє цю “масу”, змінюючи “вагу” або цінність інформації окремих варіантів за рахунок інших. Кожна операція по утворенню такої структури має свою *негентропійну ціну*.

Слід відмітити, що уявлення про інформаційну машину (нейронну модель навчання) виникли досить давно. Так, Р. Розен [6] наводить приклад моделі Ландаля (Landahl H.D.), яка була опублікована у

1941 році. На цій схемі S_1 і S_2 – два стимули однакової інтенсивності, які поступають із зовні. Дія одного з них - S_1 або S_2 викликає відповідну реакцію R_1 або R_2 . Проблема виникає тоді, коли стимули діють водночас, що може привести до помилки. Контури зворотного зв'язку відіграють роль регуляторів, які утворюють “позитивне” підкріплення відібраного варіанту.

Другим кроком було створення моделі перцептронів. Загальні положення дії таких систем були розроблені у вигляді моделі перцептронів, яка вперше була описана Ф. Розенблаттом (наприклад, [6]). Структура перцептронів включає кілька шарів. Перший – вхідний – є “сенсорним”, який сприймає сигнали, що йдуть із зовні. Вони передають простий бінарний сигнал (“так”, або “ні”) до елементів наступного шару, який можна назвати “асоціативним”. Отже, сенсорний шар перетворює безперервний сигнал у кінцеву сукупність дискретних символів. Така “дискретизація” є характерною для адаптивних систем. Елементів другого шару менше і вони на виході ви-

дають також двоїчний сигнал. Стан цього шару описується більш короткою послідовністю символів. Далі йде проміжний шар, елементи якого приписують певну вагу сигналу відповідного елемента попереднього шару. Вихідний шар частіше за все складається з одного реагуючого елемента, який отримує інформацію про “зважений” стан елементів попереднього шару у вигляді $\sum \omega_i a_i$, де a_i – вихідний сигнал i -го асоціативного елемента, а ω_i – його вага. В наш час існують більш розвинуті моделі штучного інтелекту, наприклад, пандемоніум (система розпізнавання образів, що самонавчається [17]), а також так звані штучні нейронні сіті. Відповідні комп’ютерні програми дозволяють вирішувати складні питання оптимізації пошуку рішень в умовах значної невизначеності ситуації.

Дію інформаційної машини можна представити наступним чином. Система формує (або трансформує) свою структуру у деякому анізотропному середовищі. В такому випадку вона повинна мати активний центр, від якого імпульси активності розповсюджуються у всьому просторі системи. В результаті багатьох взаємодій, енергія активності починає “розтікатись” у фазовому просторі, охоплюючи все більш широкий спектр мод, що, зрозуміло, веде до зменшення потужності. На периферії відбувається взаємодія з середовищем із певною структурою, яка може бути вираженою нечітко (в інших випадках необхідність в інформаційній машині просто відпадає). Можна припустити, що групи активного центру і субстрату характеризуються незалежними *конформаційними узагальненими координатами* ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_N$), кількість яких N . Просування буде здійснюватись із швидкістю W , яка залежить від відстаней і орієнтацій відповідних груп $W(x_1, x_2, x_3, \dots, x_N)$. Спроможність просуватись в необхідному напрямку залежить від наближеності конфігурації активного центру (по суті справи – внутрішньої моделі ситуації) до оптимальної: просування відбувається тоді, коли координати (x_i) опиняються в області “реакційних” значень (x_i^0). При відхиленні конформаційної координати i -ї активної групи від оптимального значення швидкість “реакції” (просування) зменшується експоненційно. Відхилення системи від оптимального стану в такому випадку виражається так [18]:

$$p^2 = \sum_{i=1}^N (x_i - x_i^0)^2.$$

Ми приходимо до висновку, що розвиток структури визначається *спорідненістю* геометрії самої структури і того “субстрату”, в якому відбувається процес. Судячи з усього, вони повинні допускати *конформні відображення*. Якщо розглянути вище відстань системи від оптимуму нормувати на одиницю, стає зрозумілим, що у варіантах, близьких до крайніх у дії такої машини немає сенсу. Отже, має існувати певний діапазон значень відхилення системи від оптимальної точки, в якому дія інформаційної машини дає необхідний результат. Важливо, щоб час перебування системи в “реакційному” стані значно перевищував характерний час елементарних актів просування.

Двома найважливішими режимами функціонування інформаційних машин є *інтегрування* (узагальнення) і *диференціювання*. Такі режими реалізуються за допомогою конвергентної і дивергентної структур. В першому випадку система працює в режимі інтегрування і виділення найбільш сталих сигналів. В другому випадку машина працює в “аналітичному” режимі на основі використання похідної від функції на вході. Саме в цьому режимі нелінійні системи мають проявляти суттєві переваги у порівнянні з лінійними. Мова йде про режими з позитивними зворотними зв’язками, завдяки котрим як раз і відбувається *перерозподіл ціни* того чи іншого варіанту і його запам’ятовування. В геосистемах всіх рівнів організації ці дві функції мають реалізовуватись водночас, що вимагає певної просторово-часової організації.

Інформація може зберігатися в системі завдяки як структурі, складеній з елементів апаратурної реалізації, які детермінують потоки речовини і енергії, так і у вигляді динамічних режимів. Слід мати на увазі, що інформаційний зміст структури системи тим більший, чим більше можливостей вона виключає, тобто чим більш тонкі шари структури вона спроможна відобразити в своїй структурі і поведінці. Для того, щоб інформаційна машина працювала, вона повинна містити таку динаміку, яка дозволяє постійно знаходитись в режимі обробки сигналів, тобто її структура має постійно знаходитись в режимі становлення. Таку можливість як раз і надає розглянутий вище особливий динамічний стан самоорганізації критичності.

Виходячи з сказаного, можна прийти до висновку, що важливою складовою динаміки системи, яка постійно знаходиться в адаптивному режимі, є несталість, наявність хаотичних режимів. Така несталість

може бути зумовлена зовнішніми факторами. Але для нас більш цікавим варіантом є несталість, яка зумовлена внутрішніми чинниками. Така динаміка має базуватися на дії певних нелінійних механізмів дестабілізації. Саме такі механізми мають виникати на певних етапах "онтогенезу" геосистем. Показником хаотичності динамічної системи, тобто швидкості втрати інформації про минулий стан, є ентропія Колмогорова (K -ентропію) яка визначається як середня швидкість втрати системою інформації [7].

Чому потрібна саме мережа? Це питання є дуже важливим. Чому в природних умовах апаратна реалізація інформаційних машин прагне утворити мережу? Думаю, відповідь має бути такою: для того, щоб один елемент міг надійно обробляти інформацію, він має містити в своїй динаміці безліч різноманітних режимів, в тому числі детермінований хаос, що вводитиме її у протиріччя із сталістю і можливістю фіксувати зроблений вибір. Наявність мережі дозволяє розділити функції і реалізовувати в різних своїх частинах водночас кілька режимів, здійснюючи настрійку на різні зовнішні впливи. Наприклад, сукупність периферійних елементів може розглядатись як деякий засіб безпосереднього відображення, який забезпечує *сенсоріум* (термін Д. Марра) копією фізичних подій, що відбуваються на "поверхні" системи. Далі слід розрізнявати конвергентні і дивергентні сіті. Приклади відповідних структур існують навіть на рівні флювіальних мереж. Звичайна річкова мережа є конвергентною в один бік і дивергентною в інший. Такі сіті обробляють інформацію, що надходить до їх периферії. Так звані переплетені потоки [19] також є конвергентно-дивергентною структурою, яка обробляє інформацію площинного характеру. Важливою характеристикою мережі є наявність в її функціональній структурі режимів, які можна розглядати як оператори, що проєктують зовнішній сигнал у внутрішню структуру. Саме їх наявність переводить вхідний вектор у вихідний, здійснюючи відображення, що дає змогу побудувати рівняння сіті [20, 21].

Локалізація функції інформаційної машини: від обробки інформації "тілом" до обробки інформації штучним інтелектом. В ході еволюції геопростору геосистеми ускладнюються, що вимагає розвитку когнітивної функції. Все більшою мірою проявляється цілеспрямованість геосистем. На мінеральному рівні організації така когнітивна функція повністю співпадає з "фізіоло-

гією" геосистеми, тобто є результатом тих фізичних процесів, які відтворюються у всьому просторі басейну, тобто тут немає навіть натяку на відокремлення когнітивної функції на рівні апаратної реалізації. У біотизованих геосистемах цілеспрямованість посилюється, що не може не відбиватися на прояві когнітивної функції: тварини мають мозок. В антропізованих геосистемах цілеспрямованість визначається устремліннями окремих людей і угруповань. Це веде до необхідності підвищення ефективності когнітивної функції, що вимагає її локалізації як на функціональному рівні, так і на рівні апаратної реалізації. Більше того, сама техносфера, досягнувши "критичної маси", починає використовувати мозок людей. Але саме технічний прогрес врешті решт закладає базу для утворення систем штучного інтелекту, внаслідок чого антропізовані геосистеми демонструють свого роду "цефалізацію".

Тепер розглянемо деякі особливості дії інформаційних машин на різних рівнях організації геосистем.

Рівень мінеральних геосистем. Може найбільш цікавим прикладом є водний потік, що взаємодіє з поверхневим шаром ґрунту. Такий потік породжує безліч різноманітних режимів, в тому числі пов'язаних з вміщенням частинок ґрунту. Тертя, яке виникає між потоком і поверхнею, по якій він рухається, також може привести до виникнення коливань з різними характеристиками. Більше того, потік має постійно "обчислювати" ситуацію. Отже, він вже сам по собі є справжньою інформаційною машиною. Водночас він обслідує внутрішній простір динамічних режимів і відстежує характер тієї поверхні, по якій він рухається. Як це може бути?

Почнемо з ідеальної нахиленої поверхні, по якій рухається площинний потік. Розіб'ємо шар води на окремі елементарні чарунки. При стаціонарному розході потік на вході і на виході кожної такої чарунки буде однаковим. Течія буде ламінарною, направленою в напрямку зниження поверхні. В такій ситуації відсутня можливість утворення ерозійних ритвин і, відповідно, інформації. Але якщо поступово нарощувати розхід потоку вниз по схилу, як це показано в роботі [22], різність тиску від верхніх чарунок до нижніх, яка визначає швидкість руху буде зростати. Коли швидкість течії досягне критичного значення, при певній глибині потоку ламінарний режим втратить сталість і потік перейде у турбулентний режим. Виникне ситуація, яка спостерігається у відомому експерименті

Тейлора. Це означає, що траєкторії сусідніх водних струмів будуть експоненційно розходитись аж до мінімально можливих струмочків, які ще можуть утворювати вихори (обмеження розмірів зумовлені в'язкістю). Між вихорами мають виникати області зниженого тиску, що породжує асиметрію потоку. Потік починає пульсувати, і така пульсація є нерегулярною. Такий рух є хаотичним. Хвилі хаосу блукають у просторі потоку, "обстежуючи" його, посилюючи потік там, де для цього випадково виникають сприятливі умови. Векторне поле у латеральній площині втрачає локальну відповідність вектору градієнту схилу. А це вже означає, що потік став несталим, бо між окремими чарунками та їх кластерами будуть утворюватись різності потенціалів тиску. Локальне збільшення глибини водного шару може привести до порушення сталості у вертикальній площині. Сталість ламінарного потоку повністю руйнується. Виникає турбулентність, яка веде до все більшого подрібнення фазового простору, що збільшує розв'язуючу спроможність потоку як інформаційної машини. якщо знову звернутися до формули, яка виражає інформаційну розмірність, то мінімальні розміри турбулентних вихорів як раз і будуть визначати величину ε . Ми маємо цікавий приклад, коли за допомогою простої (одноманітної в генетичному і речовинному плані) апаратурної реалізації система може "вирішувати" задачу руху у складному середовищі (структура опорного простору). До речі, саме це суттєво збільшує імовірність початку ерозії.

Слід відзначити, що система "водний потік – земна поверхня" при турбулентному режимі потоку знаходиться в стані самоорганізації критичності, про який йшлося на початку статті. Це твердження базується на тому, що при досягненні еродуючої швидкості, потік починає зривати частинки ґрунту, що веде до утворення ерозійних мікрофронтів, які просуваються вгору по схилу, утворюючи своєрідні ерозійні лавини. В залежності від умов, фронти можуть бути широкими і сталими (площинна ерозія), або локальними (ерозійні канали). Останні виникають внаслідок порушення сталості фронту і локалізації ерозії. Саме з ними пов'язано утворення флювіальних мереж.

Флювіальна мережа як апаратурна реалізація флювіальної інформаційної машини. Хоча розглянутий процес є локальним, він веде до виникнення регулярних структур шляхом кластеризації суміжних чарунків і утворення системи мікробарів. Але виникнення такої мофоструктури поверхні значно збільшує ступінь виразності роботи флювіальної інформаційної машини, бо тут підключається ще і потік ґрунтових частинок, що веде до нарощення розмірності фазового простору і збільшення кількості ступенів вільності потоку. Якщо поверхня має відносно невеликий ухил і складена тонким матеріалом, потік починає перерозподіляти його, утворюючи мікробари, утворення яких - окрема задача. Механізм такого процесу (за роботою [23]) показано на рис. 5б. Утворюється ціла мережа мікробарів з характерним розташуванням, яка закріплює порушену симетрію поверхні. Такі мікробари з прогинами між ними стають елементами апаратурної реалізації флювіальної інформаційної машини. Потік розбивається на мікробарами на відокремлені потоки, що біфуркують і зливаються. У кожній області злиття виникає турбулентний режим, який переробляє сигнали, що містяться в динамічних режимах окремих потоків. Така мережа обробляє просторову інформацію, створюючи *позиційну інформацію* (відбувається розподілення функцій у просторі). Вона складається з множини процесорів, які працюють з *булевими даними*. Ці дані вони отримують від своїх сусідів (рис. 5) [24]. Стан таких елементів представлений також булевими функціями. Елемент буквально "розраховує" свій вихід. Відносно подібних мереж Г. Ніколіс та І. Пригожин задаються питанням, чи може така мережа породити глобальний "розрахунковий" режим як функцію часу з новими властивостями? Відповідь позитивна. Вона базується на існуванні в дисипативній динамічній системі, яка є основою такої мережі, атракторів. Атрактор, який відповідає режиму самоорганізації, наділяє систему певними колективними властивостями, які виходять за межі властивостей окремих складових. Така інформація передбачає наявність певної *граматики*, яка лежить в основі мережі. В цьому випадку граматика – це варіабельність символів-станів.

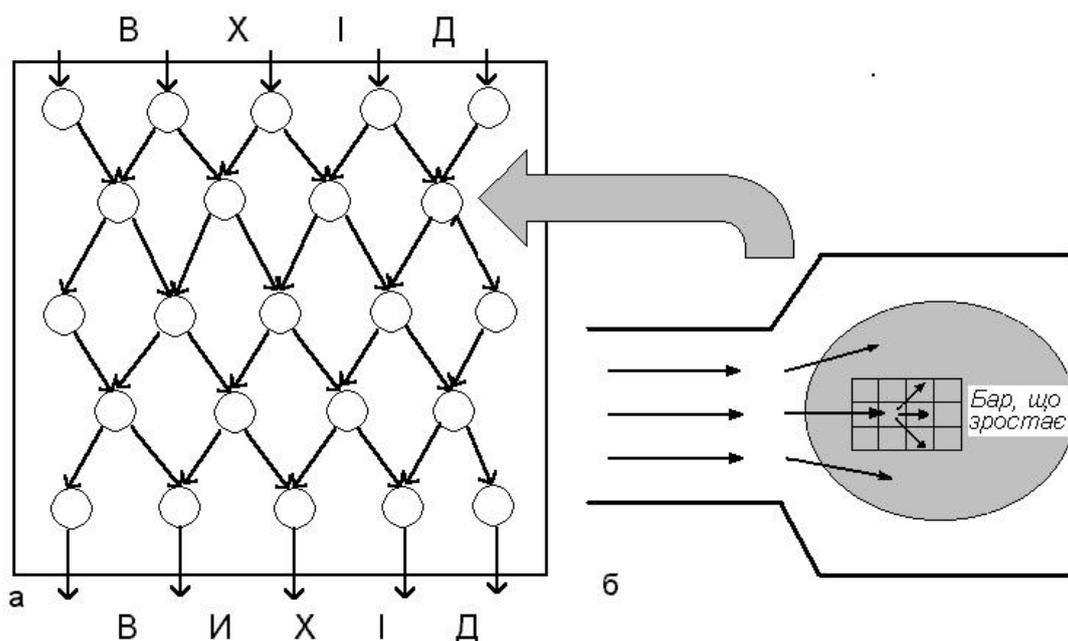


Рис. 5. Ряд процесорів, кожній з яких обробляє дані, які отримує локально від сусідів (а) [24], і схема росту бару (б) [23].

Таке відбувається на плоских положистих поверхнях. При збільшенні ухилу або розходу ми матимемо виникнення спочатку системи субпаралельних каналів, а потім деревоподібної мережі. Така морфоструктура також є апаратною реалізацією флювіальної інформаційної машини. Вона характеризується наявністю скейлінгу, тобто є самоподібною. На сьогодні існує дуже багато публікацій відносно особливостей таких структур. Але нас вони цікавлять з точки зору їх функціонування в режимі інформаційної машини. Важливими для нас є розробки У. Гренандера [20] в області образів дифузних мереж у площині. Цей автор розробив концепцію абстрактних образів і їх рухів, в тому числі зростання і руйнування. Пізніше багато авторів приймали участь у створенні сучасних уявлень утворення флювіальних мереж.

Аналіз мережі почну з розгляду одного каналу. Будемо виходити з того, що морфологія каналу відбиває динаміку потоку, який його утворює. А це означає, що до нього можна приміняти такі способи відображення, як фазові портрети (відображення Пуанкаре). На рис. 6 подані часткові результати аналізу траєкторії такого каналу (виділений на схемі), патерн якого взято в роботі [25]. Наведені графік відносного прирощення поперечної координати (ця величина нормована на довжину відрізка повздовжнього зміщення), фазові портрети, диференціал (показано четвертий диференціал, який дозволяє чітко виділити

“ламінарні” і хаотичні відрізки). Ми бачимо складний характер фазового портрету, який охоплює обмежену частину фазового простору. Це свідчить про наявність атратора, можливо навіть дивного атратора. А як було показано Дж. Николисом [3], наявність дивного атратора свідчить про породження системою нової інформації. Диференціали дозволяють проаналізувати характер динаміки (сталі і несталі ділянки). Тут же показана апроксимація планової конфігурації каналу поліномом 13-го ступеню (у даному випадку він дав найбільшу кореляцію), а також фазові портрети залишки (у прямокутних і полярних координатах). Така обробка (тут можливо кілька послідовних стадій апроксимації) дозволяє виявити наявність в динаміці сталих граничних циклів, якщо такі мають місце. При аналізі даного каналу такий атратор був виявлений. Наявність граничного циклу означає те, що динаміка містить відібраний регулярний коливальний режим, який жорстко регулюється.

Тепер розглянемо систему каналів (обмеженість статті не дозволяє навести всі приклади у вигляді рисунків). Нас цікавить еволюція такої системи. Витоки каналів можуть мати цілком випадкове розташування, тобто відстань між ними може варіювати у широких межах. Але коли потоки в каналах починають “відчувати” сусідів, починається взаємодія між ними. Частота каналів зумовлюється таким фактором, як спроможність формуючого потоку підтри-

мувати енергетичний баланс (з врахуванням переносу седиментів) в каналах після їх виникнення. Якщо поверхня є ізотропною, межі мінливості відстаней між каналами врешті решт мають зменшитись, як і кутове неузгодження, що ми і маємо. Таким чином, загальний потік буквально відслідковує ситуацію, "намацуючи" такі варіанти просторової організації, які забезпечують

оптимальність течії і переносу частинок ґрунту при найменших витратах енергії, в тому числі на відновлення транзитного каналу. Поведінка кожного потоку є значно більш детермінованою як внутрішньою динамікою, так і зовнішніми умовами. Але як тільки потоки починають взаємодіяти, в динаміці мають з'явитися нові складові, які суттєво зменшують детермінованість.

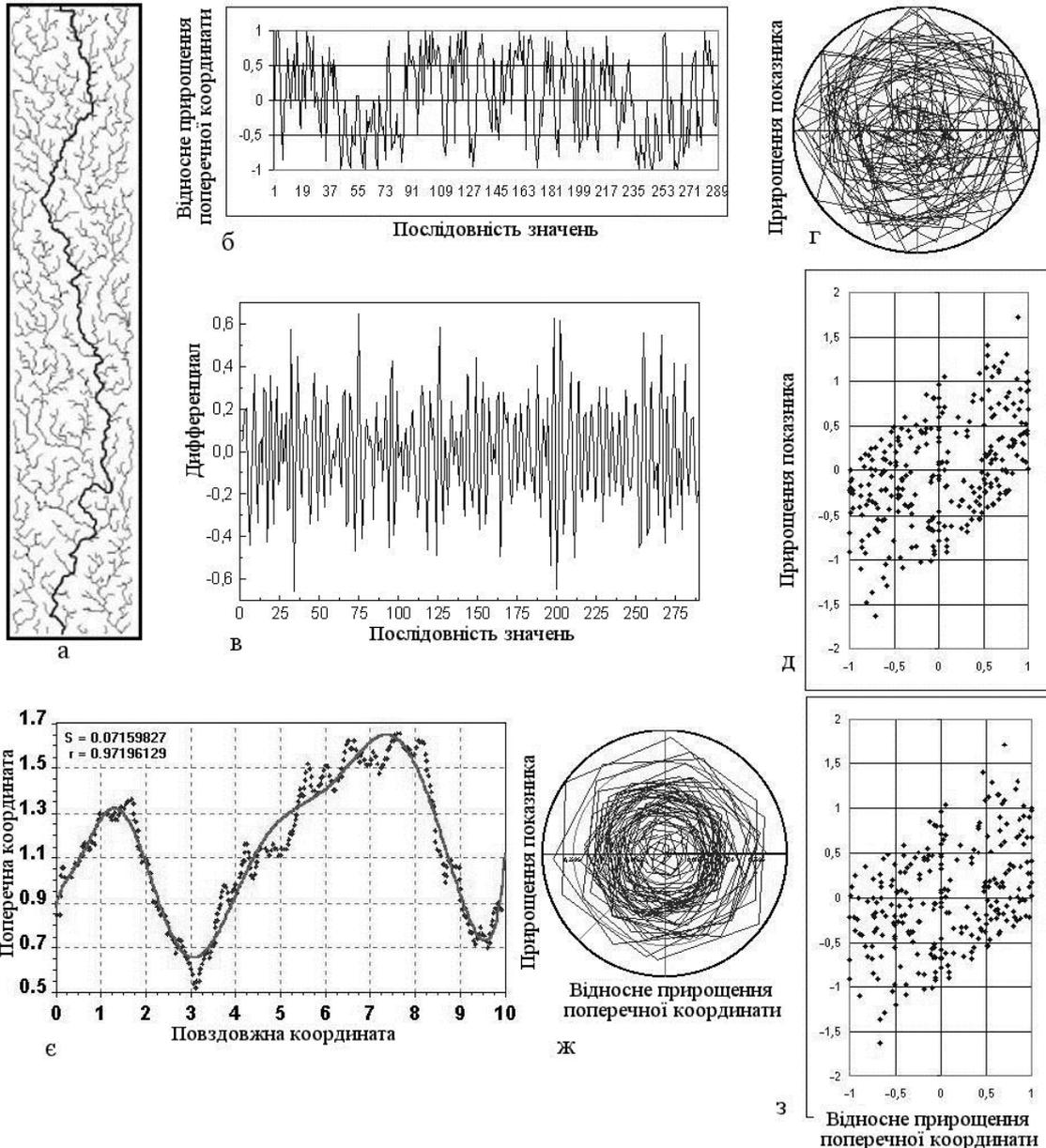


Рис. 6. Результати аналізу конфігурації мікросула в плані (розміри ділянки складають приблизно 3 x 0,5 м): а – патерн (з роботи [25]) з виділеним руслом; б – зміна відносних прирощень поперечної координати русла вниз по схилу; в – четвертий диференціал (ділянки з великою амплітудою коливальнь відповідають несталим режимам); г – фазовий портрет відносного зміщення поперечної координати у полярних координатах; д – фазовий портрет відносного зміщення поперечної координати у прямокутних координатах; е – апроксимація конфігурації поліномом 13-го ступеню (безперервна лінія); ж – фазовий портрет залишку у полярних координатах; з – фазовий портрет залишку у прямокутних координатах.

А як формується флювіальна мережа всього басейну? Обробка патернів ерозійних мереж, отриманих в лотках [26], дозволила виявити дуже цікаві закономірності. На рис. 7 показано зміну інформаційної ентропії орієнтації водотоків перших трьох порядків і сумарної ентропії для тринадцяти генерацій. По-перше, ми бачимо хвилястість і стрибкоподібність кривих. По-друге, сумарна ентропія демонструє нарощення несталості (збільшення амплітуди коливань), починаючи з певного стану, коли мережа досягає, ма-

буть, критичної складності. Причому ці коливання розвиваються на фоні добре вираженого логістичного процесу. До цього слід додати, що кількість водотоків різних порядків демонструє спочатку східчастий ріст, а потім зменшується, що свідчить про прагнення до спрощення структури і, відповідно, зменшення витрат енергії на відтворення її елементів. Але така динаміка має місце тільки у незмінному середовищі. Мінливе середовище вимагає підтримання складності на певному рівні.

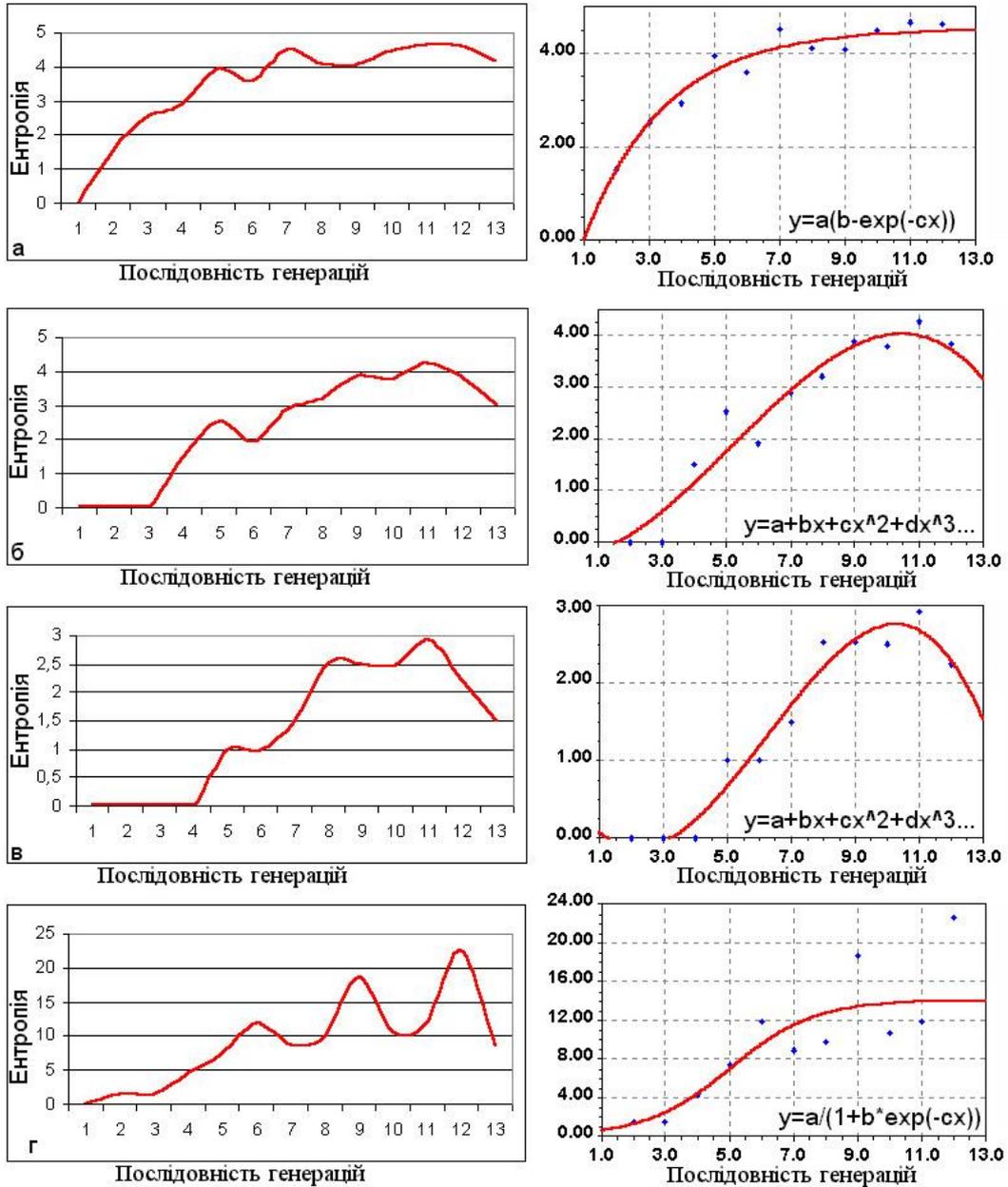


Рис. 7. Зміна ентропії орієнтації водотоків 1-го (а), 2-го (б), 3-го (в) порядків в ході розвитку флювіальної мережі (по осі x дається номер патерну по порядку) і (г) – сума ентропії трьох порядків. Справа – апроксимаційні функції та їх коефіцієнти.

Ще одне цікаве питання – просування денудаційного фронту. Такий фронт може бути сталим і несталим. Його різновидом є ерозійні уступи в руслах водотоків, які поступово просуваються вгору по руслу. Такі фронтальні утворення різних масштабів в природі зустрічаються всюди. І в цьому випадку ми можемо говорити про існування інформаційної машини. Сталий фронт не переробляє інформацію, але якщо такий фронт втрачає сталість і знаходиться у стані самоорганізації критичності, він починає функціонувати в режимі інформаційної машини. Про це свідчать результати наших досліджень. Особливо цікавими в цьому плані є яри. Для того, щоб мав місце процес просування яру в напрямку вододілу, потрібен механізм визначення напрямку руху. Ми приходимо до висновку, що ріст структури визначається *відповідністю* геометрії самої структури (внутрішньої моделі) і структури того середовища ("субстрату"), в якому відбувається процес. Судячи з усього, вони повинні допускати *конформні відображення*. Ось тут і виникає необхідність в інформаційній машині. Таке досягається, якщо схил опиняється в критичному режимі, що самоорганізується. Морфологія вершини яру є такою, що дозволяє постійно відтворювати потенціал при виникненні надкритичного поверхневого стоку. Тут справді виникає ситуація, яка відповідає уявленню про самоорганізацію критичності. Розглянемо деякі особливості діючого механізму.

Рівень біотизованих геосистем.

Утворюючою ланкою тут є біота, яка демонструє складну ієрархічну організацію. Спочатку це конкретні організми із різною за складністю структурою і поведінкою. Вони, в свою чергу, формують популяції, а популяції – спектр особин одного виду з різними мутаціями. Кожна особина вирішує проблему виживання, так би мовити, локально і безпосередньо. Чудовим прикладом дії інформаційної машини на цьому рівні є рух равлика [12]. На рівні популяції проблема виживання виду вирішується статистично, шляхом внутрішньовидової конкуренції. Сама популяція також демонструє властивості інформаційної машини, бо є спектром мутантів. На ценотичному рівні популяції утворюють складні сполучення, в першу чергу на основі трофічних зв'язків, формування яких детермінується кількома обмежувачими принципами. Формою організації тут є екосистеми, які складають основу біотизованих геосистем в тому плані,

що саме вони визначають, при певних зовнішніх обмеженнях, склад, швидкість і замкненість круговороту біогенів. Серед величезної кількості можливих режимів відбираються найбільш ефективні варіанти. Нарешті, близькі за структурою і режимами функціонування біогеоценози групуються у біогеоми. Вищим рівнем організації є біосфера Землі.

Поява рослинного покриву суттєво змінює поверхню. Зникає мікрорельєф, але з'являється нова форма її патернізації, яка пов'язана з біорізноманіттям і формуванням структури рослинного покриву. Структура рослинного покриву, з одного боку, відбиває неоднорідність місцезростань, інколи реагуючи навіть на незначні зміни, з іншого боку, містить сліди внутрішньої динаміки – процеси агрегації, хвилі хаосу і т. і. Внутрішня динаміка повністю визначається процесами взаємодії в системі "ґрунт – фітоценоз - зооценоз". Дуже цікаві приклади формування структури рослинного покриву наведені в роботі Е. Райса [27], а також в роботі [28] і в багатьох інших. Відомі спроби моделювання динаміки просторової структури, яка є результатом міжвидової конкуренції [29, 30].

Проблема пошуку механізмів дії інформаційної машини у біотизованих геосистемах наштовхується на проблему значно більшої складності функціонування таких геосистем і малу кількість емпіричних даних. Тут дія інформаційних машин виражена ще більш яскраво. По-перше, вона присутня вже на рівні популяцій видів у вигляді мутагенезу. Мутації як випадкові зміни на генетичному рівні дозволяють популяціям постійно відслідковувати *екоситуацію* і реагувати на її зміни шляхом зміщення репродукції у бік того чи іншого мутанту. Інколи надкритичні зміни екоситуації можуть привести до дивергенції виду і утворення двох близьких видів з подальшим їх розходженням. Ми приходимо до висновку, що на біотичному рівні організації інформаційний обмін стає головним видом діяльності, перетворюючись з засобу у мету.

На рівні біотизованих геосистем інформаційні машини також мають місце. Так, за гіпотезою А.І. Морозова, ґрунти, які є складовою біогеоценозів, слід розглядати як «поліси» грибів. Саме останні значною мірою визначають видову структуру термінальних станів біогеоценозів, тобто виконують роль своєрідних «ДНК», які керують діяльністю організмів певного функціона-

льного рівня [31]. Формування лужного дерну, коли в ньому сусідять стержневі коріння кульбаби і суцільне переплетення тонких коренів тимофіївки, а у це вплетені довгі коріння осоту і різні проміжні форми коренів ромашки і багатьох видів лужних трав, все це нагадує нейронну мережу. Хаос коренів не є випадковим, він певною мірою детермінується концентрацією живильних речовин в ґрунті: якщо додати у ґрунт азотні добрива, почне розростатися тимофіївка, при збільшенні концентрації хлористого калію зникає жовтець і т. д. Виходить, що видова структура трав'яного покриву є символьним відображенням геохімічної ситуації в ґрунтах. Це дуже схоже на приклад, наведений в роботі [24]. Г. Ніколіс та І. Пригожин розбирають дію системи хімічних реакцій (рис. 8), які ведуть до синтезу компонентів з певними концентраціями (X_i). Іде фіксація значень пред-

ставницьких перемінних у часі. Припустимо, що така система може генерувати незатухаючі коливання, а при досягненні певною речовиною критичної концентрації (якщо відповідна перемінна перетинає певний рівень L_i з позитивним нахилом), вона швидко осаджується на стрічці. Картина, яку ми побачимо, є відбитком різних порогів, що перетинаються різними концентраціями хімічних елементів і їх сполучень. В такому разі у біотизованих геосистемах рослини різних видів, які формують структуру фітоценозу, можна розглядати як відбиток, символ ситуації, що розвивалася на протязі певного часу у відповідному оточенні (місцезростанні). Оскільки між рослинами різних видів в структурі фітоценозу є статистичні зв'язки, ми маємо справжній текст, який, однак, є двомірним. Він має свою граматику і синтаксис.

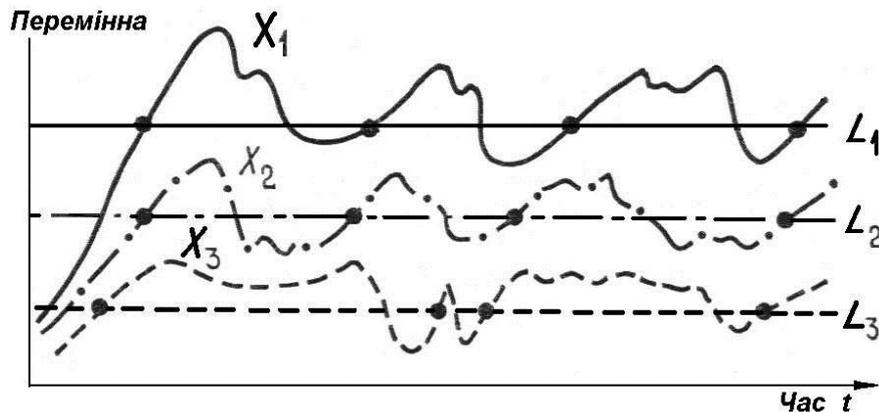


Рис.8. Генерація послідовності символів динамічною системою відбувається тоді, коли зростаючі перемінні X_1, X_2, \dots пересікають рівні L_1, L_2, \dots відповідно.

Але на цьому прояв "інформаційності" біотизованої геосистеми не закінчується. Функціональну структуру такої геосистеми також складають коливальні режими різної частоти. Отже, і тут є осцилятори, пов'язані між собою, які, як у випадку фігур Ліссажу, здійснюють відбір інформації шляхом розходження частот. Вони просуваються у просторі біогеоценозу, обслідуючи його стан. Там, де сталі режими, основу яких складають низькочастотні коливання, з якихось причин порушуються (до цього може привести, наприклад, втома ґрунту), високочастотні режими починають проникати у зони їх розповсюдження, захоплюючи простір, що веде до зміни структури. Так виникає комплементарна система, яка відзначається найбільшою сталістю.

Рівень антропоізованих геосистем.
Людські угруповання різних розмірів також

демонструють спроможність до пошуку в інформаційному полі. Структура суспільства, яка складається з багатьох етносів з різними культурними традиціями, є ні чим іншим, як глобальною соціальною інформаційною машиною. За допомогою цього різноманіття світове суспільство постійно обстежує свій внутрішній простір станів і намагається віднайти оптимальний варіант взаємодії з природним середовищем. Зменшення різноманіття, як показав, наприклад, І. Матутинович [32], може привести до втрати сталості і деградації. Все це веде до того, що складність антропоізованого геопростору суттєво перебільшує складність інших геосфер. Розглянемо деякі цікаві приклади.

Сама людина як істота, діяльність якої складає основу антропоізованих геосистем, суттєво відрізняється від всіх інших скла-

дових спроможністю заздалегідь ставити мету і підкоряти їй свої дії, що неможливо зробити без певної інформації. Отже, видобуток інформації стає ведучою складовою буття людини. Людство, завдяки своїй життєдіяльності, утворює складне середовище і чим більше антропосфера ставала єдиним цілим, тим складнішим ставало це середовище. Антропосфера, простір якої утворюється дією антропізованих геосистем - це не тільки потоки речовини і енергії, які задіяні у виробничій сфері, але і наукові, політичні інститути, мистецтво, освіта і т. і, тобто це – *загальний потік буття*. Такий потік в цілому спочатку є *“білим” і ламінарним*, але поступово в його структурі проявляються струми різних кольорів, і він стає *“кольоровим” і турбулентним*. Із зростанням складності суспільного життя турбулентність цього багатомірного потоку стає все більш вираженою. Ця турбулентність, завдяки проходженню через критичні біфуркаційні точки, породжує все більше різноманіття, яке відслідковує складну багатомірну морфологію антропізованого геопростору з метою опанування середовищами буття із все більшою насиченістю інформацією. Різнопланові хвилі проявів нового буття блукають у соціальному просторі, відшукуючи такі стани людських угруповань, які спроможні резонувати на інновації. І знову можна говорити про інформаційну розмірність, бо інновації виникають у групах людей і, розповсюджуючись у вигляді інформаційних хвиль, захоплюються іншими спільнотами різних масштабів.

Особливе значення в цьому процесі відіграють міста, які є звуженими “каналами” протікання цього потоку. Підвищена концентрація елементів апаратурної реалізації тих чи інших функцій притягує відповідні “струми” потоку суспільного буття до того чи іншого міста. Така *локалізація функцій* як раз і пов’язана з дією інформаційної машини, яка *прихована* в динаміці потоку суспільного життя. Міста, завдяки внутрішній активності, розкладають потік на складові, відбираючи інформацію. Можна побудувати уявлення про сукупність міст на певній території як мережу каналів, що конкурують за складові цього потоку. Але і само місто, якщо воно досягає певного рівню складності, починає захоплювати функції і нарощуючи свій ранг. Деякі з них стають центрами регіонів як мережі міст з певною апертурою, яка сканує стан антропізованого геопростору. Так виникають спочатку регіони, а потім вже і вони утворюють структуру антропосфери.

Місто - це *урбогеосистема*, як і будь-яка інша дисипативна система, постійно відроджується, знаходиться в режимі становлення, намагаючись віднайти оптимальні структурно-функціональні співвідношення всередині себе у визначених умовах (граничних умовах) зовнішнього середовища. На відміну від геосистем мінерального і біотизованого рівнів організації, середовище урбогеосистем, включає все різноманіття діяльності суспільства, тобто економічну, політичну, мистецьку навчальну і т. п. Мова іде про так званий соціокультурний ландшафт – відображення стану міста у багатомірному просторі станів соціуму. Виникнення міста спочатку детермінується природними умовами, далі воно починає входити у конкурентні відносини з іншими населеними пунктами за функції: набір функцій визначає ранг міста. Місто буквально всмоктує в себе потік буття, стискаючи і прискорюючи його, що вимагає його постійної перебудови. Чим більш функціональним є місто, тим складнішими є внутрішні режими його функціонування.

Місто - це свого роду лазер. «Атомами» у ньому є індивіди. Сама інфраструктура міста – це кристал, який вміщує активні атоми-індивіди. В результаті процесу накачки (в першу чергу фінансової та інноваційної) вони збуджуються, їх ділова активність зростає. Такі атоми-індивіди починають випускати цуги хвиль ділової активності, які є сигналами (інформація). У функціональному просторі міста такі цуги хвиль ділової активності можуть наштовхнутись на інших активних індивідів, що веде до посилення сигналу (збільшення амплітуди), тобто інформація використовується для його посилення. Оскільки окремі атоми-індивіди випускають хвилі активності незалежно один від одного, і ці хвилі можуть посилюватись іншими активними індивідами, виникає суперпозиція некорельованих посиленних цугів хвиль, що веде до виникнення нерегулярної активності. Однак при подальшому рості амплітуди сигналу, активні індивіди починають проявляти когерентну активність, крім того, само поле активності стає когерентним, тобто воно не складається вже з окремих некорельованих цугів хвиль активності і перетворюється в єдиний коливальний режим. Тут когерентна ділова активність, що виникає, служить параметром порядку, який змушує індивідів демонструвати когерентну поведінку. Слід звернути увагу на той факт, що ситуація розгортається в результаті прояву зворотних зв’язків: пара-

метр порядку підкорює собі індивідів, однак сам він є породженням їх спільної дії.

Слід мати на увазі, що, на відміну від атомів лазера, індивіди реалізують діяльність у різних напрямках, тобто тут ми повинні враховувати ступені вільності, які пов'язані з різними галузевими і професійними сферами. Це суттєво ускладнює опис системи: простір станів має значно більшу розмірність. Однак стає ясным, що ті індивіди, які проявили свою ділову активність в деякій галузевій сфері, стають свого роду *морфогенами*, які визначають майбутнє розвитку міста в тій чи іншій області *простору господарської діяльності*. Ми приходимо до висновку, що інформація грає ведучу роль у визначенні галузевого спектру міста в цілому і того атрактору (буттєвої ніші), до якого, врешті решт, місто притягується. Місто стає інформаційною машиною, яка здійснює відбір. Однак важливу роль грає зовнішнє середовище – весь складний світовий (або, як мінімум, регіональний) культурно-виробничий простір. Питання стоїть про значимість стану, який може бути породжений динамікою такої системи. Можна стверджувати, що цей стан оцінюється загальним контекстом. Така оцінка проявляється у напруженості геоситуації.

Цікаво відмітити, що розростаючись (а такий ріст є просуванням міського фронту), міста поступово втрачають свою початкову ізометричність. Досягши певного розміру, місто починає демонструвати внутрішню активність: ділова активність породжує імпульси, які розповсюджуються всередині міста, досягаючи його периферії, що веде до обстеження його кордонів. Якщо така активність збуджує периферійні центри активності (вузли), місто росте у цьому напрямку. Такий ріст може відбуватися тільки при позитивному балансі енергії. Але якщо баланс енергії ділової активності міста починає перебільшувати певну критичну межу, воно стає центром регіону, бо саме його силове поле активності організує ділову активність в менших за розміром населених пунктах. Поступово весь регіон стає інформаційною машиною, що відслідковує геоситуацію і робить вибір подальшого просування у культурно-виробничому просторі. І тут ми будемо спостерігати справжню цефалізацію в формі штучних нейронних мереж, поєднаних з Інтернетом. Людина скидає функцію регулярної обробки інформації штучному інтелекту.

Завершення. Закінчуючи статтю, хочу звернути увагу на наступне: **сучасне – це**

фронт між минулим і майбутнім. Цей фронт безперервно просувається так, що в деякі періоди він є сталим, лінійним, а в інші – втрачає сталість, що веде до розгортання складних процесів, в ході котрих і визначається напрямком подальшого руху. Інколи він навіть вироджується, тобто на протязі певного терміну нічого нового не відбувається, а, отже час начебто зупиняється. Загострення ж такого фронту означає, що треба долати ентропійний бар'єр. Інколи він невеликий, з положим схилом, інколи – значний, що вимагає накопичення ентропії всередині систем. Ситуація при цьому загострюється і стає напруженою. Вона вимагає суттєвої перебудови структур, чому передують "лавини" руйнації. Прикладом такого загострення геоситуації є сучасна глобальна екологічна криза. Необхідність вирішення цієї проблеми активізує пошук нових варіантів не тільки виробництва, але і всього соціального устрою. Якщо такий фронт втрачає сталість у глобальному вимірі, ми маємо у геопросторі великі катастрофи вимирання, як це неодноразово мало місце при становленні біосфери. На соціальному рівні людство неодноразово стикалося з руйнацією великих імперій і швидкою перебудовою соціально-політичного ландшафту. Так працює еволюційний механізм в концепції самоорганізації критичності. Частина світу постійно знаходиться у такому стані, тобто є активною. Задача суспільства – зробити такі критичні ситуації максимально передбачуваними. Саме цьому служить *наука як форма інформаційної машини* суспільства. Географія як її галузь не є виключенням. Саме це все частіше змушує географів звертатися до проблем, пов'язаних з інформаційним аспектом. Свого часу поняття про ГІС було поширено на реальні геосистеми і показано, що вони можуть розглядатися як П-ГІС – природні геоінформаційні системи [33]. Їх комп'ютерні аналоги – К-ГІС - можуть виникнути тільки у разі вирішення проблеми хаотичних процесів. Але коли це станеться, географія може стати прогнозуючою дисципліною.

Література

1. Марр Д. Зрение. Информационный подход к изучению представления и обработки зрительных образов: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1987. – 400 с.
2. Бриллюэн Л. Наука и теория информации. М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит-ры. – 1960. – 392 с.
3. Николис Дж. Динамика иерархических систем. Эволюционное представление. Пер. с англ. - М.: Мир, 1989. - 488 с.

4. Хакен Г. Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам. Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 240 с.
5. Хорстемке В., Лефевр Р. Индуцированные шумом переходы. Теория и применение в физике, химии и биологии. Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 400 с.
6. Розен Р. Принцип оптимальности в биологии. Пер. с англ. – М.: Мир, 1969. – 215 с.
7. Шустер Г. Детерминированный хаос. Введение. Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 240 с.
8. Волькенштейн М.В. Энтропия и информация. – М.: Наука, 1986. – 192 с.
9. Per Bak, Maya Paczusi. Complexity, Contingency, and Criticality // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1995. Vol. 92, July. – Pp. 6689 – 6696.
10. Kim Sneppen, Per Bak, Henrik Flyvbjerg, and Mogens H. Jensen. Evolution as a Self-Organized Critical Phenomenon // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. Vol. 92, pp. 5209 – 5213, May, 1995.
11. Голицын Г.А., Петров В.М. Информация – поведение – творчество. – М.: Наука, 1991. – 224 с.
12. Lewis J.E. & Kristan Jr W.B. A neuronal network for computing population vectors in the leech // NATURE | VOL 391| 1 January 1998, pp. 76 – 79.
13. Пуанкаре А. О науке. Пер. с франц. – М.: Наука, 1990. – 560 с.
14. Гренандер У. Лекции по теории образов. Кн. 3. Регулярные структуры. Пер. с англ. – М.: Мир, 1983. – 430 с.
15. Фокс Р. Энергия и эволюция жизни на Земле. Пер. с англ. – М.: Мир, 1992. – 216 с.
16. Седов Е.А. Взаимосвязь энергии, информации и энтропии в процессах управления и самоорганизации. / Информация и управление. Философско-методологические аспекты. – М.: Наука, 1985. – С. 169 – 193.
17. Джордж Ф. Основы кибернетики. Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1984. – 272 с.
18. Рубин А.Б. Биофизика: Учеб. Для биол. Спец. Вызов. Кн. 1. Теоретическая биофизика. – М.: Высш. Шк., 1987. – 319 с.
19. Sapozhnikov V.B., Murray A.B., Paola C., Foufoula-Georgiou E. Validation of braided-stream models. Spatial state-space plots, self-affine scaling, and island shapes // Water Resources Research. – 1998. Vol. 34, NO 9. – Pp. 2353-2364.
20. Гренандер У. Лекции по теории образов. Книга 1-я. Синтез образов. Пер. с англ. – М.: Мир, 1979. – 382 с.
21. Гренандер У. Лекции по теории образов. Книга 2-я. Анализ образов. Пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 446 с.
22. Ковальов А.П. Парагенез, секторность и развитие эрозионных систем на горных склонах: теоретические представления // Геоморфология, 1991, № 4. – С. 13 – 20.
23. Sapozhnikov V.B., Foufoula-Georgiou E. Do the current landscape evolution models show self-organized criticality? // Water Resources Research. – 1998. Vol. 32, NO. 4. – P. 1109 – 1112.
24. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. Введение. Пер. с англ. – М.: Мир, 1990 – 344 с.
25. Rómtkens Mat J.M., Helming K., Prasad S.M. Soil Erosion on Upland Areas under Different Hydrologic Regimes and Soil Surface Condition / 16th World Congress of Soil Science, Montpellier, 1998, (CD).
26. Schumm S.A., Mosley M.P., Weaver W.E. Experimental fluvial geomorphology. A Wiley-interscience Publication John & Sons – New York Chichester Brisbane Toronto Singapore – 413 p.
27. Райс Э. Аллелопатия. Пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 392 с.
28. Стоянова Т.А., Гічка М.М., Третьяков О.В., Ковальов О.П. Деякі особливості мікроландшафтів, утворюваних динамікою трав'яного ярусу, як відображення їх функціонування / Проблеми ландшафтного різноманіття України. Збірник наукових праць. Київ: 2000. – С. 311 – 315.
29. Tilman D., Lehman C., May R., Nowak M. Species fragmentation or area loss? // NATURE. – 1996. – VOL. 382 – 18 July. – Pp. 215 – 216.
30. Molofsky J. Population dynamics and pattern formation in theoretical populations // Ecology, 75(1). – 1994. – Pp.30-39.
31. Морозов А.И. О природе почв / Информационные проблемы изучения биосферы. – М.: Наука, 1988. – С. 201-230.
32. Matutinovic I. The aspects and the role of diversity in socioeconomic systems: an evolutionary perspective // Ecological Economics. – 2001. – V. 39. – Pp. 239-256.
33. Богомолов В.В., Ковальов О.П., Сидоров О.С. Конструктивна географія і ГІС: новий погляд на проблему / Ландшафт як інтегруюча концепція ХХ сторіччя. Збірник наукових праць. – Київ, 1999. – С. 327 – 332.

Аннотация. А. П. Ковальов Геосистемы как информационные машины. В статье даются общие представления об информационном аспекте в географии и информационной машине как составляющей геосистем. Показано, что понятие об информации было введено А. Пуанкаре в виде так называемых разрывов Пуанкаре. Информация рассматривается как закрепление случайного выбора. Приводятся примеры проявления действия информационной машины в геосистемах разных уровней организации – косных (флювиальный процесс), биотизированных и антрополизированных.

Ключевые слова: геосистемы, геоінформаційні технології.

Abstract. A. P. Kovalyov Geosystems as Informational Machines. The general notions of informational aspect in Geography and informational machine as the geosystem's components are presented. It is shown that the notion of information was introduced by H. Poincare as the so-called Poincare's break. The information is viewed as the random selection fixation. There are some examples of the of informational machine operation in geosystems of different levels: sluggish (fluvial process), biotized and anthropotized ones.

Key words: geosystems, geoinformation technologies.

Поступила в редакцию 05.04.2004 г.

Раздел IV. Библиография

Библиография

В рамках выполнения Международного проекта Темпус-Тасис TEMPUS-TACIS CD - JEP – 21242-2000/Urк «Развитие образования в области экологически безопасной энергетики» при финансовой поддержке Европейского Союза опубликована серия учебных пособий для студентов и преподавателей экологических специальностей.

Бобра Т.В. Экологический аудит. Учебное пособие. – Симферополь: Таврия-Плюс, 2004. – 100 с.

Раскрывается сущность, цели и функции экологического аудита как составляющей эколого-экономического механизма управления природопользованием и природоохранной деятельностью. Излагаются законодательные и правовые основы организации экологического аудита.

Раскрываются организационные основы экологического аудита предприятия.

Определяется роль экологического аудита в развитии современной экономики Украины.

Лычак А.И., Бобра Т.В. Новые компьютерные технологии в экологии. – Симферополь: Таврия-Плюс, 2004. – 156 с.

Дается характеристика современных компьютерных технологий, используемых в экологии. Рассматриваются вопросы, связанные с разработкой баз данных и использованием СУБД, электронных таблиц, математических пакетов прикладных программ. Особое внимание уделено современным GIS и GPS- технологиям.

Багрова Л.А. Эколого-экономические и правовые проблемы энергетики. – Симферополь: Таврия-Плюс, 2004.- 209 с.

Эколого-экономические и социально-правовые проблемы энергетики. Проблемы энергетики, связанные с истощаемостью традиционных энергоресурсов и

негативными последствиями для окружающей среды, рассматриваются в свете ее первостепенной важности для обеспечения устойчивого развития мира, стран, регионов. Анализируются необходимые для этого экономические, экологические, правовые, социальные условия. Раскрываются преимущества возобновляемых источников энергии.

Мазинов А.С. Метрология и измерительные системы. – Симферополь: Таврия-Плюс, 2004. – 76 с.

Часть I. Рассматривает базисные понятия метрологии, единицы и общие методики измерения различных физических величин. В ней метрология раскрывается как отдельная наука, наука об измерениях, включающая как теоретические, так и практические аспекты измерений во всех областях науки, техники и нашей жизни. Часть II. Рассмотрены измерения основных, наиболее распространенных, величин и устройств разработанных для их диагностики, с дальнейшим их подключением к персональному компьютеру.

Тетиор А.Н. Индивидуальный экодом. – Симферополь: Таврия-Плюс, 2004.

Рассмотрены архитектурно-строительные решения индивидуального экологического жилого дома с прилегающим участком, при возведении которого решаются три важнейшие задачи: создание здоровой и красивой среды внутри здания и на прилегающем участке, экономия разнообразных затрат на эксплуатацию, и сохранение природной среды. Создание здоровой внешней и внутренней среды, сохранение и поддержка природы, сокращение площади застройки, экологически и экономически сбалансированный выбор строительных материалов, экономическая эффективность эксплуатации путем повышения энергоэффективности и исполь-

зования возобновимой энергии, эффективности водопотребления и водопользования, утилизации отходов.

Мазинов А.С. **Ветро- и солнечно-энергетические установки.** – Симферополь: Таврия-Плюс, 2004.

Рассмотрены основные принципы работы фото и ветроэлектрических преобразователей возобновляемой энергии. Даны физические явления лежащие в основе получения электрической энергии из оптического излучения и энергии ветрового потока. В первой части рассмотрены конструкции существующих и разрабатываемых фотоэлектрических элементов. Рассмотрены промышленные технологии для получения новейших солнечных батарей и примеры готовых солнечных модулей.

Прокопов Г.А. **Экологически безопасная энергетика.** – Симферополь: Таврия-Плюс, 2004.

Рассмотрены основные способы преобразования энергии, известные человеку и их воздействие на окружающую среду. Даны некоторые рекомендации по предотвращению выбросов в атмосферу и загрязнения гидросферы. Рассматриваются возможности внедрения альтернативных источников энергии.

Черванев И.Г., Боков В.А., Тимченко И.Е. **Геосистемные основы управления природной средой.** – Учебное пособие. – Харьков, 2004. – 115 с.

Изложен понятийный аппарат современной географии, который должен служить методологической базой разработки управления природной средой. Приведены концептуальные модели некоторых комплексных социо-эколого-экономических систем (СЭЭС), разработанные геокибернетикой.

Боков В.А., Черванев И.Г. **Энергетика окружающей среды.** – Симферополь: Таврия-Плюс, 2004.

Впервые рассмотрена энергетика природных систем в аспекте поиска человечеством возобновимых источников энергии. Предназначена для обучения магистрантов инвайронментально-экологическим специализациям географических и экологических специальностей университетов. Может использоваться для повышения квалификации специалистов в сфере альтернативной энергетики.

Опубликованы учебные пособия, подготовленные преподавателями кафедры геоэкологии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского

В рамках международного проекта «Образование в области пространственного планирования: в форме последипломного образования в ТНУ», выполняемого совместно с Университетом Санкт-Галена и Международной высшей школой в Рапертсвилле (Швейцария).

Бобра Т.В., Лычак А.И. **Ландшафтные основы территориального планирования.** Учебное пособие. – Симферополь: Таврия-Плюс, 2003. – 172 с.

Раскрываются некоторые аспекты применения ландшафтного подхода в территориальном планировании. Характеризуются основные свойства и признаки ландшафтных систем как объектов территориального планирования.

Показана сущность ландшафтно-экологического анализа и оценки в региональном территориальном планировании. Приведены конкретные результаты ландшафтно-экологического анализа и оценки для крымского региона.

Раскрываются использование ландшафтного подхода при решении задач, связанных с территориальным планированием и проектированием биосетей, агроландшафтов и объектов природно-заповедного фонда.

Для студентов экологических специальностей гуманитарных и технических высших учебных заведений, а также для ландшафтных экологов, географов, проектировщиков.

Боков В.А. **Пространственно-временной анализ в территориальном планировании.** – Учебное пособие. – Симферополь: ТНУ, 2003. – 175 с.

В пособии раскрывается содержание территориального планирования, цели, задачи, объекты и структура. Понятие «пространство-время», типы пространственно-временных систем и способы их отображения.

Излагаются методолого-методические основы пространственно-временного анализа для целей территориального планирования.

Боков В.А., Прокопов Г.А. **Энергетика в территориальном планировании.** – Учебное пособие. – Симферополь:МП «Эра», 2003. – 118 с.

Освещаются проблемы, связанные с территориальным планированием в энергетике. Раскрываются вопросы территориальной структуры энергетики, факторы размещения, соотношение различных отраслей энергетики в масштабах мира и Украины, а также перспективы и прогноз развития энергетики.

Багрова Л.А., Соцкова Л.М. **Природопользование и экологические проблемы Причерноморья.** – Учебное пособие. – Симферополь: Крымфармтрейдинг, 2003.- 192 с.

Рассматриваются общие и региональные проблемы природопользования, современная экологическая ситуация в Причерноморье. Анализируются экологические и социально-экономические проблемы, связанные с динамикой природных процессов, влиянием хозяйственной деятельности на природу приморских регионов и Черного моря. Характеризуются общие направления природопользования и мероприятия по обеспечению устойчивого развития Причерноморья.

Позаченюк Е.А. **Территориальное планирование.** – Учебное пособие. – Симферополь: Доля, 2003. – 252 с.

Рассматриваются теоретические и практические вопросы территориального планирования на разных пространственных уровнях: генеральной схемы планирования, городских и сельских поселений, планирование промышленных и сельскохозяйствен-

ных районов, рекреационных зон, а также вопросы охраны природы и планирования средообразующих геосистем.

Рудык А.Н. **Городское коммунальное хозяйство.** – Учебное пособие. – Симферополь: МП «Эра», 2003. – 140 с.

Рассматриваются теоретические и прикладные вопросы городского коммунального хозяйства, современное состояние отрасли в Украине. Показан ряд экологических и социально-экономических проблем, связанных с неэффективным управлением коммунальным хозяйством.

Позаченюк Е.А., Рудык А.Н. **Экология и градостроительство.** – Учебное пособие. – Симферополь: Доля, 2003. – 270 с.

Рассматриваются вопросы экологии города, специфики городских ландшафтов, факторы формирования, методы оценки и регулирования качества городской среды.

Лычак А.И., Бобра Т.В. **ГИС в территориальном планировании.** – Учебное пособие. – Симферополь: Таврия-Плюс, 2003. – 167 с.

Изложены основные сведения о геоинформационных системах, функциональных возможностях ГИС. Раскрываются понятия пространственного объекта, пространственных данных, а также процедуры пространственного анализа и моделирования рельефа и визуализации результатов. Описаны основные приемы работы с ГИС Arc View v. 3.2. (а). Приведен толковый словарь основных терминов по ГИС-тематике. В приложении дается обзор аппаратных средств ГИС.

Правила подготовки рукописей

1. Подготовка рукописи.

Общие замечания

Рукопись должна быть подготовлена в редакторе Microsoft Word (версии 97, 2000 или XP) и представлена в печатном и электронном видах.

К рукописи прилагается внешняя рецензия.

В тексте рукописи используются единицы Международной системы ISO (СИ).

Титульная страница

- УДК
- И.О. Фамилия(и) автора(ов)
- Название работы
- Полное название учреждения, в котором работает(ют) автор(ы)
- Адрес, телефон, факс, e-mail для корреспонденции

И. О. Фамилия(и) автора(ов), название работы предоставляются на трех языках (русский, украинский, английский).

Аннотация

Содержит наиболее важные результаты и выводы исследований, описанных автором. Предоставляется на трех языках (русский, украинский, английский).

Ключевые слова

Несколько слов (терминов), указывающих объекты исследования. Предоставляются на трех языках (русский, украинский, английский).

Сокращения (если таковые имеются)

В представляемых материалах необходимо использовать общепринятые сокращения. Нестандартные сокращения раскрываются в круглых скобках при первом упоминании в тексте работы.

Сноски (если таковые имеются)

Нумерация сносок начинается заново на каждой странице и должна быть автоматической.

Введение

Должно содержать обоснование актуальности проблемы, цель исследования и давать короткий обзор источников, в которых рассматриваются вопросы, относящиеся к данному исследованию.

Материалы и методы

Этот раздел следует непосредственно за Введением и должен содержать информацию, достаточную для того, чтобы повторить описываемый эксперимент или аналитическую процедуру.

Результаты и обсуждение

В данном разделе описываются полученные результаты, которые должны быть представлены как можно короче, если возможно, то в виде таблиц или графиков. Желательно не использовать слишком большие таблицы. Проводится анализ полученных результатов в сравнении с работами других авторов. В конце раздела желательно подвести краткие итоги и сформулировать основные выводы работы.

Литература

Список литературы оформляется согласно общепринятым правилам и должен включать только те работы, которые упоминаются в тексте и уже опубликованы. В тексте статьи ссылки на литературу ук-

зываются в квадратных скобках и нумеруются в порядке упоминания в тексте.

Если информация, на которую Вы ссылаетесь, получена через сеть Интернет, то следует указать ее адрес в сети.

Рисунки и таблицы

- Все рисунки (фотографии, графики или диаграммы) могут быть либо помещены в текст, либо предоставлены отдельно. Все рисунки желательно предоставить отдельными файлами и не вставлять их в текст статьи. Подписи к рисункам должны быть включены в статью и не должны содержаться в самом рисунке.

- И таблицы, и рисунки нумеруются отдельно и имеют сквозную нумерацию.

- Подписи к таблицам и рисункам помещаются непосредственно рядом с ними или же отдельно в конце статьи. Список сокращений, используемых в таблице или рисунке, помещается рядом с подписью.

- Рисунки, подготовленные непосредственно в Microsoft Word, должны быть сгруппированы.

- При выборе размера рисунка следует учесть, что если он будет размещен в одной колонке, то его ширина не должна превышать 7 см; если в двух, то 15 см. Максимальная высота рисунка равна 23 см. Для качественной печати журнала фотографии должны быть переданы (присланы по почте) в редакцию по адресу: Крымский научный центр, пр-кт Вернадского, 2, г. Симферополь, Крым, Украина, 95007. Размер каждой фотографии – не менее 10×15 см. Печать выполнена на глянцевой фотобумаге. На обороте должна присутствовать подпись. Если сканирование выполняется самостоятельно, то фотографии (черно-белые или цветные) должны иметь разрешение не менее 300 dpi, должны быть сохранены в TIFF-формате без сжатия и переданы (присланы по почте) на дискете в редакцию по адресу: Крымский научный центр, пр-кт Вернадского, 2, г. Симферополь, Крым, Украина, 95007.

При сканировании векторной графики (черно-белые рисунки без полутонов, таблицы, графики) для достижения высокого качества необходимо разрешение не менее 600 dpi.

При выполнении рисунка не используйте линии тоньше 0,2 мм. Если рисунок будет масштабироваться, то учитывайте, что ширина линии тоже будет изменяться.

2. Подготовка электронной версии

Пожалуйста, предоставляйте нам только окончательную версию статьи, утвержденную редакторами (редакционным советом).

Правила оформления

Для определения приблизительного количества страниц в статье пользуйтесь следующими правилами:

- размер бумаги – А4 (210 × 297 мм);
- поля страницы – все равны 30 мм;
- шрифт – Arial, размер 10 пт;
- страницы нумеруются автоматически;

параметры абзаца:

- отступы абзаца от полей – все равны 0 мм;
- отступ красной строки – 5 мм (для задания красной строки не допускается использование пробелов или табуляции);
- интервал между строками – одинарный;
- выравнивание – по ширине;
- включен автоматический перенос слов (запрещается расстановка переносов вручную с помощью символа "-").

При использовании оригинальных шрифтов (специальные символы, буквы алфавитов) шрифты нужно предоставить вместе с текстом статьи.

При оформлении статьи желательно не пользоваться стандартными стилями (Заголовок 1, Заголовок 2 и т.д.), поскольку эти стили могут быть кем-то переопределены.

При компоновке и размещении текста запрещается использование многократных пробелов (все они будут автоматически удалены). Следует пользоваться стандартным выравниванием (по левому краю, по центру, по правому краю, по ширине) и отступами абзаца (отступом красной строки, отступами от полей страницы).

Для вставки формул используйте встроенный редактор формул Microsoft Equation. Формулы, на которые в тексте имеется сноска, должны быть пронумерованы в круглых скобках.

Общая информация по подаче материала

Пожалуйста, посылайте нам только упакованные zip или rar-файлы:

- на электронный адрес csc@science-center.net с пометкой "главному редактору журнала";
- на дискетах или дисках CD-ROM по адресу:
Крымский научный центр НАН Украины
Проспект Вернадского, 2
г. Симферополь. 95007
АРК, Украина

Пожалуйста, обязательно сопровождайте ваши материалы следующей информацией:

- операционная система, в которой Вы работали, подготавливая материал;
- версия Microsoft Word, используемая для подготовки;
- программа подготовки рисунков (фотографий, схем, диаграмм);
- графическая программа обработки фотографий;
- программа сжатия (упаковки в архив) материалов и ее версия.

Во избежание недоразумений в названии файлов желательно использовать буквы латинского алфавита и не пользоваться именами длиннее 8 символов. Никогда не меняйте расширение файла, которое программа дает ему автоматически.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГЕОПОЛИТИКИ И ЭКОГЕОДИНАМИКИ	3
И. Е. Тимченко, Е. М. Игумнова МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОГЕОДИНАМИКИ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ	5
Т. В. Бобра ИЗУЧЕНИЕ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ГЕОЭКОТОНОВ И ЭКОТОНИЗАЦИИ ГЕОПРОСТРАНСТВА КРЫМА	17
Б. М. Владимирский ВЛИЯЕТ ЛИ «КОСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА» НА ОБЩЕСТВЕННУЮ ЖИЗНЬ?	23
РАЗДЕЛ II. ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОПОЛИТИКИ И ЭКОГЕОДИНАМИКИ	
II.1. ЭКОГЕОДИНАМИКА ПРИРОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ	
Н. А. Драган ДИНАМИКА ПОЧВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ОРОШЕНИИ АГРОЛАНДШАФТОВ В РАВНИННОМ КРЫМУ	33
О. Н. Сафронов, Л. А. Сим НЕОГЕОДИНАМИКА ЮГО-ЗАПАДНОЙ ОКОНЕЧНОСТИ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ	45
А. А. Ключин БАЛАНС НАНОСОВ В НИЗКОГОРЬЕ КРЫМА	49
II.2. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА	
Ю. М. Вольфман, А. М. Скляр, Б. Г. Пустовитенко ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ Г. СЕВАСТОПОЛЯ	61
А. Н. Олиферов О СЕЛЕВЫХ ПАВОДКАХ В КРЫМУ	67
II.3. ЭКОДИНАМИКА ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ	
К. М. Хайлов, С. А. Ковардаков, А. В. Празукин БАЛАНСОВЫЕ УСЛОВИЯ ПОДДЕРЖАНИЯ КАЧЕСТВА МОРСКОЙ СРЕДЫ В РЕКРЕАЦИОННЫХ АКВАТОРИЯХ	75
II.4. МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗ ЭКОГЕОДИНАМИЧЕСКИХ И ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	83
В. Н. Саломатин, Н. В. Горбатюк, А. В. Макушин, М. Ю. Никитин, В. М. Горбатюк МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ КРЫМА	85
РАЗДЕЛ III. НАУЧНЫЕ ДИСКУССИИ	
А. И. Лычак ГЕОСЕНСОРИКА И ФЕНОМЕН «ИНФОРМАЦИИ» В ГЕОГРАФИИ	93
О. П. Ковальов ГЕОСИСТЕМИ ЯК ІНФОРМАЦІЙНІ МАШИНИ	99
РАЗДЕЛ IV. БИБЛИОГРАФИЯ	
БИБЛИОГРАФИЯ	119
ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ РУКОПИСЕЙ	122