

6. Гюльхамедов А. Н. Влияние ростового вещества нефтяного происхождения на рост и развитие некоторых многолетних растений. // Доклады АН АзССР. Т. XII. № 6. 1956.
7. Данилова А. А. Влияние стимуляторов роста на подготовку семян и выращивание сеянцев древесных пород // Тез. докл. к науч.-технич. конф. по итогам научно-исследовательских работ за 1966 год. Йошкар-Ола: ПЛТИ, 1967. С. 117-118.
8. Данилова А. А. Влияние предпосевной подготовки на качество семян и выход сеянцев // Науч. раб. кафедр лесохозяйственного факультета. Сб. тр. № 59. Вып. 3. Йошкар-Ола: МПИ, 1972. С. 96-103.
9. Захаров Н. Г., Ревут И. Б. Закрепление подвижных песков при помощи битумной эмульсии // Пустыни СССР и их освоение. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. Вып. 2. 361 с.
10. Комиссаров Д. А., Штейнвольф Л. П. Влияние нефтяного стимулятора роста на древесные растения // Лесное хозяйство. 1962. № 7.
11. Невзоров В. М. О вредном воздействии нефти на почву и растения // Изв. вузов. Лесн. журн. 1976. № 2. С. 164-165.
12. Уткин А. И. Изучение лесных биогеоценозов / Программа и методика биогеоэкологических исследований. Отв. ред. Н. В. Дылис. М.: Наука, 1974. С. 281-317.
13. Baker J. M. Seasonal effects of oil pollution on salt marst vegetation // Oikos. 1971a. Vol. 22. № 1. P. 106-110.
14. Baker J. M. Comparative toxicities of oils, oil fraction and emulsifers // The ecological effects of oil pollution on littoral communities. L.: Inst. of Petrol. 1971b. P. 78-87.
15. Blankenship D. W., Larson R. A. Plant growth inhibition by the water extract of a crude oil // Water, Air and Soil Pollut. 1978. Vol. 10, № 4. P. 471-472.
16. Mitchel W. W., Lounachan T. E., Mikendrick J. D. Effects of tillage and fertilization on persistence of crudt oil contamination in an Alaskan soil // J. environ. quality. 1979. Vol. 8. P. 525-532.

**Владимир Викторович ДЬЯЧЕНКО** —  
профессор кафедры государственного  
и муниципального управления,  
доктор географических наук

**Елена Александровна ЛЯШЕНКО** —  
аспирант кафедры государственного  
и муниципального управления

**Дмитрий Юрьевич БУРГОНСКИЙ** —  
аспирант кафедры государственного  
и муниципального управления

**Новороссийский политехнический институт  
Кубанского государственного  
технологического университета**

УДК 631.4: 502.76

## **ЭКОСИСТЕМНЫЕ ПРИНЦИПЫ НОРМИРОВАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

**АННОТАЦИЯ.** Рассмотрены проблемы использования санитарно-гигиенических показателей при оценке состояния почв Краснодарского края. Для установления степени агрохимической трансформации почв в части подвижных форм тяжелых металлов предложено использование коэффициента индивидуальности (аномальности) ландшафтов.

*Problems of use of sanitary-and-hygienic measure are considered at an estimation of a condition of soils of Krasnodar territory. For an establishment of degree of agrochemical transformation of soils regarding mobile forms of heavy metals the coefficient of individuality (anomaly) of landscapes is offered.*

Применяемые в настоящее время санитарно-гигиенические нормативы (ПДК, ОДК) для тяжелых металлов (ТМ) в почвах имеют ряд часто обсуждаемых недостатков [1-3]. В связи с этим разработке новых, адекватных геоэкологических показателей для нормирования ТМ в почвах уделяется серьезное внимание [4-6]. В то же время область научного поиска часто ограничивается изучением функции отклика экосистем на изменение уровня только валового содержания ТМ в почвах. Однако картина геохимической трансформации почв становится более полной при учете распределения (поведения) подвижных форм ТМ. Они составляют запас химических элементов, способных переходить из твердых фаз в почвенные растворы и поглощаться живыми организмами, то есть являются наиболее активными компонентами питания и загрязнения.

Концентрацию металлов в подвижных формах определяют с помощью различных вытяжек. В зависимости от природных условий, задач и подходов используются разбавленные растворы кислот, органических и неорганических солей и щелочей, буферные растворы и бидистиллированная вода. Все эти экстрагенты извлекают из почвенно-поглощающего комплекса соединения металлов разной степени подвижности. Идеально подобрать экстрагирующий раствор для одного, а тем более для группы элементов, пригодный к использованию во всех типах почв практически невозможно. Считается, что наиболее полно имитирует процессы в системе корни растений-почва ацетатно-аммонийный буферный раствор с рН 4,8, приблизительно соответствующий реакции клеточного сока корневых волосков. Только для этой вытяжки разработаны нормативы содержания некоторых химических элементов (Pb, Cu, Zn, Cd, Co, Ni, Cr, Mn). Однако обоснованность их применения в условиях Краснодарского края вызывает сомнения.

Так, по степени уменьшения колебаний фоновых концентраций в ацетат-аммонийной вытяжке химические элементы можно расположить в следующий ряд — Cu (минимальные и максимальные средние содержания в различных ландшафтах отличаются в 206 раз) > Co (53) > Zn (31) > Pb (24) > Cd, Cr (20) > Mn (15) > Ni (11). Следствием интенсивной геохимической дифференциации является высокая доля ландшафтов с содержаниями подвижных форм ТМ в почвах, не удовлетворяющих требованиям ПДК. Особенно это касается Pb и Cu (табл. 1).

Таблица 1

**Доля ландшафтов Краснодарского края (%), в которых превышены ПДК ТМ: минимальные (1), средние (2) и максимальные (3) концентрации**

Характеристика и число изученных ландшафтов	Pb			Cu			Cd			Ni			Mn		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Богарные, 8	-	13	50	-	-	-	-	13	25	-	11	22	-	-	-
Орошаемые, 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Периодически заливаемые, 3	-	-	-	-	33	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Виноградники, 4	-	50	50	-	100	100	-	-	50	-	25	50	-	25	25



форм одних элементов и увеличению других. Поэтому важно знать допустимые интервалы содержаний металлов, физиологический минимум их концентраций в доступных для растений формах. ПДК это не предусматривает, а существующие региональные шкалы содержания подвижных форм оценивают только обеспеченность почв некоторыми микроэлементами и не учитывают уровень загрязнения и природный фон. При этом часто основываются на методиках определения подвижных форм ТМ, предусматривающих использование различных экстрагентов в зависимости от типа почв [7, 8], что затрудняет интерпретацию данных.

Все это ориентирует на иной подход, предполагающий использование в качестве критерия для оценки состояния ландшафтов в части подвижных форм ТМ величин, учитывающих природные особенности данного участка биосферы. Такой подход существенно отличается от санитарно-гигиенического и является экосистемным [9]. Экосистемный подход в экологическом нормировании заключается не только в том, чтобы определить, насколько высоки или «вредны», какие-то уровни концентраций, а в том, насколько они отличаются от фоновых, наиболее распространенных значений, характерных для данного комплекса природных условий и вида природопользования.

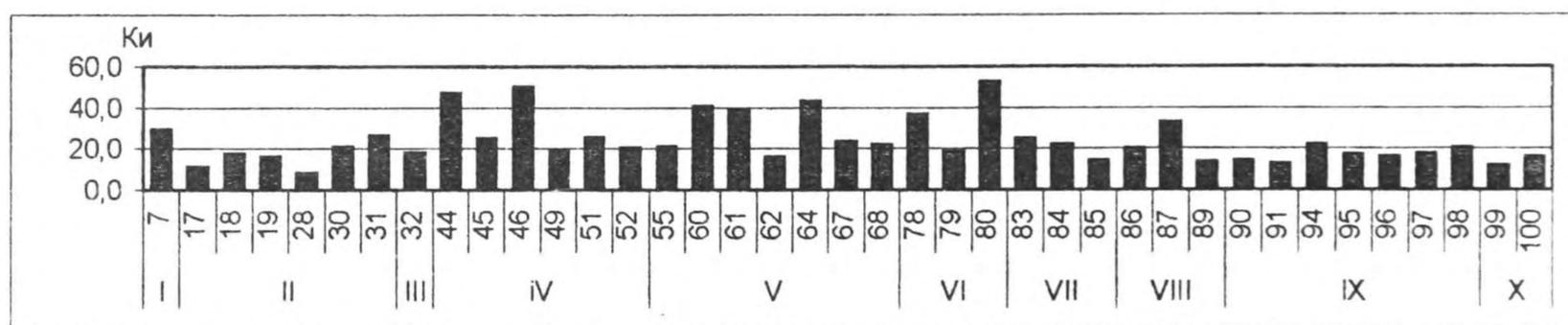
Комплексная оценка геоэкологических особенностей ландшафтов осуществляется с помощью различных коэффициентов и показателей. Наиболее широко применяемые из них направлены на раздельное выявление повышенных или пониженных концентраций (Кк, Кр, Zc). Однако с точки зрения геоэкологии одинаково важны отклонения от фона в обоих направлениях. Шагом к экосистемному нормированию является коэффициент индивидуальности (аномальности) ландшафтов (Ки) [10]. Это новая интегральная характеристика, отражающая степень трансформации геохимического спектра почв по сравнению с фоном, апробирована ранее для валового содержания металлов в различных ландшафтах Северного Кавказа и Краснодарского края [10, 11].

Коэффициент индивидуальности представляет собой сумму коэффициентов концентрации ( $\Sigma K_k$ ) и рассеяния ( $\Sigma K_r$ ) рассматриваемых химических элементов за вычетом их количества. Ранжирование ландшафтов по этому коэффициенту позволяет учесть степень отклонения концентрации химических элементов от фоновых значений как в область повышенных, так и в область пониженных концентраций. Чем больше этот коэффициент, тем больше содержание химических элементов отличается от наиболее распространенных, например, в регионе величин и специфичнее (аномальнее) сам ландшафт или его фрагмент. Для эффективного использования данного коэффициента и в целях установления новых экосистемных стандартов на конкретной территории желательно пользоваться величинами Ки, рассчитанными по отношению к фоновым ландшафтам или хотя бы к региональному фону. Это позволит учесть географические и экологические особенности исследуемого региона и получить объективную характеристику его состояния.

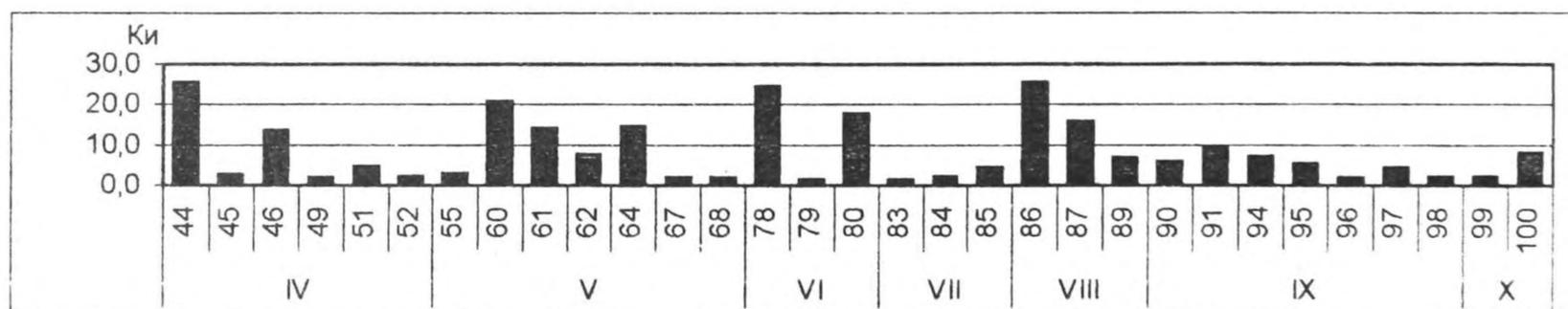
Рассмотрим использование коэффициента индивидуальности на примере Краснодарского края. Здесь можно использовать три подхода: по отношению к региональному фону (степень специфичности конкретного ландшафта), для оценки техногенных ландшафтов относительно их природных аналогов (степень антропогенной трансформации) и для общей санитарно-гигиенической оценки с использованием ПДК (степень загрязнения).

При отсутствии информации о фоновом распределении химических элементов в почвах конкретной территории ПДК (доли ПДК) часто используют в

качестве опорных величин для формирования общих представлений о загрязнении региона. Однако из-за высокой геохимической дифференциации ландшафтов, как следствия чувствительности подвижных форм к сочетанию ландшафтообразующих факторов не всегда обосновано. Так, относительно ПДК треть изученных ландшафтов имеют значения  $K_i > 30$ , половина —  $K_i > 20$ , все ландшафты —  $K_i > 10$  (рис. 2а). Коэффициенты индивидуальности, рассчитанные по отношению к фону биогенных ландшафтов лиственных лесов (болот), существенно ниже. Ландшафты с  $K_i > 30$  отсутствуют вообще. Треть ландшафтов характеризуется  $K_i > 10$  или стремится к этому значению, половина имеет  $K_i > 5$ , две трети —  $K_i > 2$ . Таким образом, с учетом региональных особенностей степень аномальности ландшафтов снижается примерно в 3-5 раз. При этом (рис. 2б) увеличивается дифференциация  $K_i$ . При расчете  $K_i$  относительно ПДК минимальные и максимальные его значения различаются примерно в 5,5 раз, при расчете относительно фона естественных ландшафтов — в два раза сильнее. В пределах выделенных видов природопользования различия еще ярче.



а)



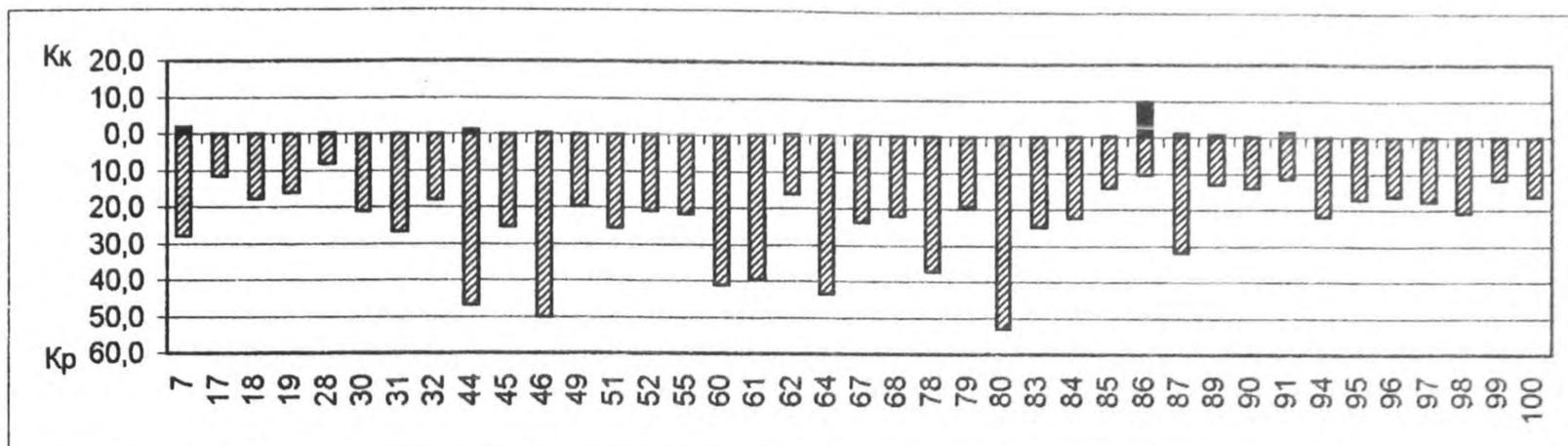
б)

Рис. 2. Коэффициенты индивидуальности ландшафтов Краснодарского края относительно ПДК (а) и фона биогенных ландшафтов (б): I — смешанных лесов, II — лиственных лесов; III — болот; IV — пастбищ; V — богарных пашен; VI — орошаемых пашен; VII — рисовых чеков; VIII — виноградников; IX — садов; X — чайных плантаций

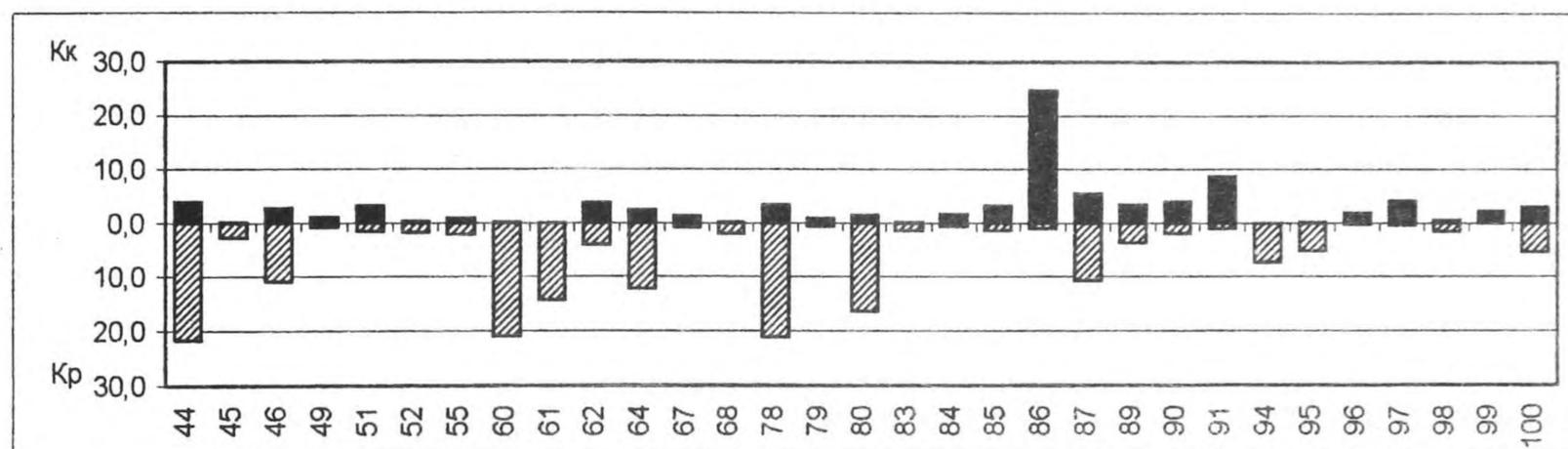
В пределах отдельно взятых групп ландшафтов соотношение  $K_i$  сохраняется только в ландшафтах пастбищ — наименее активно преобразуемых техногенных ландшафтах. Для них, а также для ландшафтов богарных и орошаемых пашен самые высокие из установленных  $K_i$  остаются таковыми в обоих расчетах. Это отражает тенденции изменения ландшафтов под влиянием агрохимических особенностей сельскохозяйственных технологий. В остальных ландшафтах в преобразование геохимического спектра почв в части подвижных форм значительный вклад вносит специфика комплекса ландшафтно-геохимических факторов.

Анализ составных частей  $K_i$  дополнительно убеждает в большей объективности оценки трансформации почв по сравнению с фоном биогенных ландшафтов, чем с ПДК. Как видно из рис. 3,  $K_i$ , рассчитанные относительно ПДК,

формируются за счет коэффициентов рассеяния. Ки, рассчитанные относительно фона биогенных ландшафтов, сильно преобразуются — значительно увеличивается роль коэффициентов концентрации. Последнее говорит об определенном накоплении в почвах ландшафтов подвижных форм ТМ, что не проявлялось при расчете относительно ПДК.



а)



б)

Рис. 3. Коэффициенты концентрации и рассеяния в почвах техногенных ландшафтов Краснодарского края относительно ПДК (а) и фона ландшафтов лиственных лесов (б): 7 — смешанные леса; 17-31 — лиственные леса; 32 — болота; 44-52 — пастбища; 55-68 — богарные пашни; 78-80 — орошаемые пашни; 83-85 — рисовые чеки; 86-89 — виноградники; 90-98 — сады; 99-100 — чайные плантации

Рассмотрим подробнее направленность и интенсивность геохимической трансформации относительно фона природных ландшафтов. Это позволит установить влияние сельскохозяйственных технологий на подвижные формы ТМ в зависимости от размещения в тех или иных ландшафтно-геохимических условиях.

Величина Ки ландшафтов изменяется от 1,5 в почвах орошаемых пашен и рисовников (ландшафт №№ 79, 83) до 25,5 в почвах пастбищ и виноградников (ландшафты №№ 44, 86). Среди почв полеводческих ландшафтов с многолетним севооборотом (сады, виноградники, чайные плантации) и пастбищ самое сильное отклонение от природного фона характерно для высокогорных ландшафтов с карбонатно-терригенными отложениями мел-палеогена (ландшафт №№ 46, 86, 91, 100) и неогена (ландшафт №№ 44, 87, 90), занимающих трансэлювиальные позиции в региональной ландшафтно-геохимической системе. Их специфика в части подвижных форм металлов определяется минеральным составом почвообразующих пород. Причем для садов и виноградников с карбонатно-терригенными почвообразующими отложениями характерно наиболее заметное обогащение почв подвижными формами ТМ по сравнению с лиственными леса-

ми, а для пастбищ — обеднение. Это связано с тем, что данные ландшафты изначально обеднены ТМ, потому в послелесных лугах за счет ослабления биогеохимического барьера концентрация ТМ снижается, но в известковистых почвах остается карбонатный геохимический барьер. Поэтому дополнительно вносимые (с химикатами и удобрениями) химические элементы закрепляются в почвах, что в итоге обеспечивает высокие Ки в этих ландшафтах по сравнению с пастбищами, где агрогенное поступление отсутствует.

Техногенный фактор проявляет себя в различной направленности перераспределения подвижных форм в почвах ландшафтов с однолетним севооборотом большей степени. Почвы богарных и орошаемых пашен выделяются тем, что их Ки формируются преимущественно за счет высоких коэффициентов рассеяния. Это является следствием ежегодного изъятия металлов с урожаем, большего, чем в агроландшафтах с многолетним севооборотом. Но и здесь, например, в почвах богарных пашен доля Кк, образующая Ки, выше в ландшафтах с карбонатно-терригенными отложениями неогенового и мел-палеогенового возрастов, а Кр, соответственно, ниже, чем в других ландшафтах в пределах группы.

Своеобразным перераспределением металлов отличаются ландшафты с повышенным уровнем грунтовых вод. Общей чертой всех транссупераквальных ландшафтов является преимущественное накопление металлов за исключением ландшафта орошаемых пашен (№ 80). Здесь в спектре накапливающихся элементов только Zn.

В почвах супераквальных ландшафтов, напротив, Кр превышают Кк относительно фона ландшафтов болот, кроме почв рисовников, что является следствием применения интенсивных технологий возделывания, приводящих к накоплению подвижных форм ТМ. Обращают на себя внимание при этом низкая индивидуальность рисовников ( $K_i < 5$ ), не свойственная другим техногенным ландшафтам. В целом размещение садов, виноградников и пастбищ в равнинных условиях приводит к меньшей геохимической трансформации, чем в горных.

Таким образом, использование в условиях Краснодарского края ПДК многих ТМ методически некорректно и даже вредно, т.к. для одних ландшафтов эти величины могут значительно превышать фоновые и даже минимально-аномальные значения, а для других они будут существенно ниже обычной концентрации, создавая впечатление о загрязнении. В результате в первом случае, ориентируясь на ПДК, можно не обратить внимания на масштабное загрязнение или не заметить негативных процессов в землепользовании, а во втором случае — предъявить претензии к субъекту землепользования при фактическом отсутствии нанесенного ущерба.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глазовская М. А. Проблемы и методы оценки эколого-геохимической устойчивости почв и почвенного покрова к техногенным воздействиям // Почвоведение. 1999. № 1. С. 114-124.
2. Добровольский В. В. Ландшафтно-геохимические критерии оценки загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами // Почвоведение. 1999. № 5. С. 639-645.
3. Ильин В. Б. О нормировании тяжелых металлов в почве // Почвоведение. 1986. № 9. С. 90-98.
4. Колесников С. И., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. Биоэкологические принципы мониторинга и нормирования загрязнения почв. Ростов-на-Дону: Изд-во ЦВВР, 2001. 64 с.

5. Приваленко В. В. Техногенная геохимия и биогеохимия городов Нижнего Дона. Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1995. 52 с.
6. Radojevic, M. and Bashkin, V. N. Practical environmental analysis. Cambridge, UK: RSC, 1999. 466 p.
7. Тонконоженко Е. В. Микроэлементы в почвах Краснодарского края. Краснодар, 1973. 111 с.
8. Шеуджен А. Х., Алешин Н. Е. Теория и практика применения микроудобрений в рисоводстве. Майкоп, 1996. 313 с.
9. Дьяченко В. В. Разработка региональных и локальных показателей состояния почв для экологического нормирования на ландшафтно-геохимической основе // Экологические системы и приборы. 2001. № 8. С. 3-7.
10. Дьяченко В. В. Геохимия, систематика и оценка состояния ландшафтов Северного Кавказа. Ростов-на-Дону: Комплекс, 2004. 268 с.
11. Дьяченко В. В., Ляшенко Е. А., Малыхин Ю. А. Экосистемные принципы интегральной геоэкологической оценки селитебных и рекреационных ландшафтов // Науч. чтения Института географии СО РАН, посвященные 100-летию академика В. Б. Сочавы. Иркутск, 2005. С. 136-139.

**Оксана Владимировна ГЕРТЕР —**  
**зав. лабораторией мониторинга**  
**НИИ экологии и рационального использования**  
**природных ресурсов**  
**Тюменский государственный университет**

**УДК 502.175: 553.982 (571.122)**

---

## **ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ СРЕД В УСЛОВИЯХ НЕФТЕГАЗОВОГО ОСВОЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ПЕСЧАНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)**

*АННОТАЦИЯ. В работе представлены результаты многолетних наблюдений за состоянием природных сред на территории Песчаного месторождения. Показаны закономерности формирования техногенного загрязнения на различных этапах освоения месторождения. Предложен дифференцированный анализ природных сред по набору изучаемых веществ.*

*The authors present the results of long-term natural environment monitoring at Peschanoye oil field. They show mechanism of anthropogenic pollution formation at different stages of oil field development. The differentiated analysis of environments on a set of studied substances is offered.*

Нефтегазодобывающая промышленность является основным источником загрязнения окружающей природной среды на обширных пространствах Западной Сибири. Наиболее значимые негативные последствия нефтегазодобычи связаны в первую очередь с химическим загрязнением природных сред нефтью и нефтепродуктами, синтетическими поверхностно-активными веществами, тяжелыми металлами, летучими органическими соединениями (ЛОС) и прочими токсичными и канцерогенными веществами. Максимальное воздействие при этом испытывают территории осваиваемых и эксплуатируемых месторождений. Оценка загрязнения территорий нефтегазовых месторождений Тюменской области дана в многочисленных работах, в том числе и монографических. Отмечается, что