

## ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

---

УДК 574

### **ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ЛИТОСФЕРЫ ВЕРХНЕГО ПРИОБЬЯ КАК ОСНОВА РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Александр Викторович Ван*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор геолого-минералогических наук, профессор-консультант кафедры кадастра и территориального планирования, тел. (913)790-31-91, e-mail: van.a.v@mail.ru

*Валерий Борисович Жарников*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, профессор кафедры кадастра и территориального планирования, тел. (383)361-05-66, e-mail: v.b.jarnikov@ssga.ru

*Вячеслав Георгиевич Колмогоров*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор-консультант кафедры геоматики и инфраструктуры недвижимости, тел. (383)343-39-77

*Анна Валерьевна Конева*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры кадастра и территориального планирования, тел. (383)361-05-66, e-mail: koneva-ann@mail.ru

Познание закономерностей распределения экологических функций литосферы имеет важное теоретическое и практическое значение для научного обоснования методов рационального освоения природных ресурсов, их оценки, прогнозирования использования территорий с разными экологическими свойствами, установления их экологической и рекреационной емкости, анализа устойчивости экосистем к антропогенным воздействиям, оценки возникновения зон повышенного экологического риска и геодинамических напряжений. Одним из своевременных методов решения указанных задач является геоэкологическое районирование, а для решения более частных вопросов – эколого-геологическое районирование, являющееся одновременно каркасом эколого-геологического кадастра.

**Ключевые слова:** экологические функции, литосфера, рациональное природопользование, оценка и прогнозирование использования территорий, экологическая емкость, экологический риск.

Научная концепция экологических функций литосферы, разрабатываемая с 1990-х гг. и получившая признание как новое научное направление – экологическая геология, определяет биосферную и социальную роль литосферы с ее подземными водами, газами, другими природными ресурсами, геофизическими и геохимическими полями, глобальными геологическими процессами [1–5]. Многообразие взаимодействий литосферы, биоты и социума сводится, в соответствии с указанной концепцией, к проявлению следующих экологических функций литосферы:

- ресурсной функции, определяющей влияние органических, минеральных и органо-минеральных ресурсов и геологического пространства литосферы на состояние биоты и жизнедеятельность человеческого сообщества;
- геодинамической функции, определяющей влияние на указанные объекты природных и антропогенных геодинамических процессов в литосфере;
- геохимической функции, определяющей влияние на указанные объекты геохимических полей литосферы природного и техногенного происхождения;
- геофизической функции, определяющей влияние на указанные объекты геофизических полей природного и техногенного происхождения.

Экологические функции (свойства) литосферы есть результат ее эволюционного развития и частичного антропогенного преобразования, влияние которого все более возрастает на осваиваемых, в том числе недропользованием, территориях. В этой связи важнейшим инструментом научного и практического значения выступает специализированное районирование [1–6]: геоэкологическое и геоморфологическое в общих ситуациях, эколого-геологическое – при решении частных задач, в том числе актуальной задачи формирования эколого-геологического кадастра (реестра), способного стать необходимым информационным ресурсом рационального землепользования хозяйственного и социального, в том числе рекреационного назначения [7, 8].

Закономерности пространственного и временного изменений, рассматриваемые нами на примере геоэкологической обстановки Верхнего Приобья [3, 5], определяются тремя группами основных факторов: тектоническими, проявляющимися через морфогенетические типы рельефа, литологическими, представленными генетическими типами отложений и их вещественным составом, и климатическими со своими температурным режимом и влажностью, выявлению роли которых посвящена настоящая статья.

Экологические функции местной литосферы обусловлены четвертичными покровными отложениями [5], являющимися самой верхней частью земной коры региона и главным источником их природных свойств [1–3]. Комплексные исследования отложений показали, что закономерности распределения экологических свойств, в первую очередь, проявляются через литологические особенности ресурсных, геодинамических, геохимических и биологических качеств рыхлых осадков и осадочных пород, покрывающих земную поверхность и наиболее интенсивно подвергающихся природным и техногенным воздействиям.

Известно [3], что осадочные породы занимают 80 % поверхности континентов, поэтому литологические методы исследований, основанные на генетическом анализе, являются главным инструментом познания закономерностей формирования рассматриваемых отложений, проявлений ими экологических функций и распределения на земной поверхности.

Выбор критериев геоэкологического районирования основан на детальном исследовании минерального состава, геохимических, физико-механических и биологических свойств поверхностных пород, совместно оказывающих функциональное воздействие на окружающую среду.

Выполненными исследованиями установлено, что каждая структурная форма рельефа характеризуется своим генетическим типом отложений с определенными минеральным составом, геохимическими, физико-механическими параметрами, которые оказывают влияние на окружающую среду через свойственные им функции, что хорошо согласуется с результатами почвенных исследований специалистов СО РАН [9, 10]. Каждый из этих показателей играет свою роль во взаимосвязи между составляющими компонентами экосистем разных уровней организации: минеральный состав образует вещественную основу природных экосистем, их внутри- и межсистемные соотношения, а физико-механические свойства контролируют динамику природных экосистем, их экологическую устойчивость к внешнему воздействию. Из этого следует, что геоэкологическое районирование представляет собой как эффективный инструмент, так и важный результат в виде экологического системного анализа методами литологии.

По результатам литологических исследований территории Верхнего Приобья [5] выделены две крупные экоформации, территориально разделенные на восточную – Приобское, Обь-Чумышское, Предалтайская и Присалаирская равнины, и на западную – Кулундинскую и юго-восточную часть Барабинской низменной равнины (табл. 1).

Восточная экоформация является территорией с гривно-увалистым рельефом и широким развитием рыхлых эоловых, пролювиальных, аллювиальных и делювиальных отложений, сложенных типичным лесом и лессовидными породами с максимальными для этих генетических типов пористостью и просадочностью, с развитием благоприятных условий для образования плодородного чернозема повышенной мощности с глубоким залеганием подземных вод и слабым процессом заболачивания и в то же время является территорией с наиболее неустойчивыми геодинамическими показателями – это предорогенная зона сочленения юго-восточной части Западно-Сибирской плиты и приплатформенных структур Алтайских гор, характеризующаяся повышенным тектоническим напряжением (при 10-процентной вероятности возможных землетрясений силою 5-6 баллов в ближайшие 50 лет), интенсивной эрозией, оврагообразованием по краевым уступам, со значительной распаханностью, с наибольшей урбанизацией, в том числе с наличием таких крупных городов, как Новосибирск и Барнаул.

## Геоэкологическая обстановка Верхнего Приобья

Морфоструктуры	Приобско-Присалаирско-Предалтайская эоформация					Масштаб хозяйственного воздействия
	Экологические функции					
	ресурсные	геодинамические	гидрохимические	геофизические	биологические	
Приобское и Обь-Чумышское плато	Чернозем. Песок, супесь, суглинок	Овраги, обвалы. Высокая пористость и просадочность. Очаги землетрясений	Гидрокарбонатно-кальциевые воды, радоновые воды	При 10-процентной вероятности в течение 50 лет возможны землетрясения силой 4–6 баллов	Фаголиты	Распаханность 51 и 40 %, г. Новосибирск, г. Барнаул
Присалаирская равнина	Чернозем. Песок, супесь, суглинок, глина каолиновая, маршаллит	Эрозия. Средне- и слабая просадочность	Гидрокарбонатно-кальциевые, меньше сульфатно-кальциевые		Фаголиты	Распаханность 37 %, г. Искитим
Предалтайская равнина	Чернозем. Песок, супесь, суглинок	Эрозия. Средне- и слабая просадочность			Фаголиты	Распаханность 57 %
Кулундинско-Барабинская эоформация						
Кулундинская равнина	Чернозем солонцеватый. Сода, мирабилит, гипс, галит	Дефляция, засоление. Слабая просадочность и нет просадочности	Гидрокарбонатно-сульфатные и реже хлоридные Са и Na воды		Рапа, грязи	Распаханность 50 %
Юго-восток Барабинской равнины	Чернозем оподзоленный и осолоделый. Торф, фосфаты, сапропель, мергель	Заболачивание. Слабая и нулевая просадочность	Гидрокарбонатно-кальциевые и сульфатно-кальциевые воды		Рапа, грязь	Распаханность 16 %

Западная эоформация слагает территорию с равнинным рельефом и многочисленными озерами распространения аллювиальных, озерно-аллювиальных, пролювиальных и озерных накоплений, а также песчаных эоловых осадков. Территория характеризуется слабым плоскостным смывом, озерной абразией и аккумуляцией, умеренным накоплением солей и сильным проявлением процессов выдувания в сухой Кулундинской степи, заболачиванием и заторфовыванием в более влажной Барабинской степи, близким залеганием грунтовых вод, распространением солонцеватых и осолоделых почв. При этом имеет место четко выраженное гидрохимическое разделение грунтовых вод по изогипсе с отметкой 140 м, проходящей по западному склону Приобского плато. Если в приобской части преобладают пресные воды гидрокарбонатно-кальциевых вод, то в пределах Кулундинской впадины большую роль играют сульфатные кальциевые и натриевые, а также хлоридные воды.

Установленная здесь закономерность [3] показывает, что локальное распределение поверхностных вод по степени минерализации и химическому составу зависит от гипсометрического уровня их залегания, что продемонстрировано на гипсометрических профилях, построенных по данным известной гидрохимической карты поверхностных вод Кулунды (1970 г., редактор И. П. Варламов). При всех равных условиях с понижением гипсометрического уровня точек опробования состав вод последовательно изменяется от карбонатных к сульфатным, сульфатно-хлоридным и хлоридным, т. е. увеличивается степень метаморфизованности вод. В этом же направлении происходит рост их минерализованности: чем ниже точка опробования, тем выше концентрация солей (табл. 2). Образуются гидрохимические ступни, каждая из которых занимает свои интервалы высот местности и отличается вполне определенным составом. При наличии полного гидрохимического профиля верхняя ступень имеет карбонатный состав вод, ниже появляется сульфатная ступень, затем опять карбонатный состав вод сменяется сульфатной ступенью, которая еще ниже сменяется хлоридной. Границы гидрохимической зональности проводятся по изогипсам, проходящим между точками опробования с разными типами вод. Как отражение установленной закономерности в региональном плане степень минерализации и метаморфизованности поверхностных и грунтовых вод Кулундинской степи увеличивается по направлению главного потока, соответствующего общему уклону местности в сторону центра Западно-Сибирской равнины. Этот метод установления гидрохимической зональности подтвержден исследованиями в районе Чановской группы озер, в Южно-Минусинской впадине и Тувинском прогибе. Он может служить одним из критериев геоэкологического районирования по гидрохимическим параметрам поверхностных и грунтовых вод. Эта просматриваемая закономерность хорошо выражена и интерпретируется данными галогеоэкологического районирования этой территории.

Указанное распределение гидрохимических особенностей поверхностных и грунтовых вод [3] имеет четкое отражение на поверхности. В пределах низменных равнин с абсолютными отметками около 100 м и меньше отмечается

засоление почвенного слоя сульфатами, очень редко – хлоридами в наиболее пониженных участках рельефа, а на повышениях местности происходит карбонизация с образованием агрегатной структуры. При этом в летний период в зависимости от влажностного режима поверхностный слой глубиной до 20–50 см отличается резким колебанием прочностных свойств от рыхлого до камнеподобного состояния.

Таблица 2

Характеристика точек опробований поверхностных вод по гидрохимическим профилям

Место отбора проб	Абс. отметка, м	Сумма солей, г/л	Тип вод
Река Касмала			
Озеро Кадниково	219	0,040	карбонатный
Дер. Кадниково	218	0,055	карбонатный
Дер. Буханское	212	0,063	карбонатный
Озеро Островное	206	0,082	карбонатный
Озеро Горькое	199	0,939	сульфатный
Река Кулунда			
Дер. Шарчино	182	0,058	карбонатный
Дерю Вылково	168	0,058	карбонатный
Дер. Овечкино	151	0,089	сульфатный
Бакланенок	148	0,110	сульфатный
Мостовская долина			
Озеро Мостовское	140	0,238	карбонатный
Озеро Кулундинской	98	5,521	сульфатный
Озеро Малое Яровое	96	15,788	хлоридный

Как показано на обобщенном профильном разрезе четвертичных отложений Верхнего Приобья (рис. 1), геологическая обстановка осадконакопления ясно отразилась на физико-механических показателях. Отмечается хорошо выраженное уменьшение гранулометрического состава покровных отложений с запада на восток с одновременным увеличением мощности одновозрастных осадков и гипсометрических отметок их залегания, что свидетельствует о местоположении источников осадочного материала, направлении и способе его переноса.

Увеличение хемогенных компонентов природы, в частности карбонатов, в направлении с востока на запад связано с понижением местности и нарастанием влияния грунтовых вод, часто минерализованных и приводящих к интенсивному аутигенному минералообразованию с заполнением пор и сокращением просадочности до нулевого значения. Эти же признаки показывают межсистемные связи между западной и восточной экоформациями.



Рис. 1. Обобщенный геологический разрез четвертичных отложений Верхнего Приобья с литологической и физико-механической характеристикой

Из полного описания геоэкологической обстановки, созданной четвертичными покровными отложениями, видно, что выделенные и всесторонне охарактеризованные генетические типы отложений по геоэкологической градации относятся к локальным экосистемам, которые в экогеологическом смысле соответствуют экогенотипам со своими отличительными минералогическими, геохимическими, почвенными, физико-механическими особенностями и экологическими функциями, приуроченностью к определенным структурно-геоморфологическим формам рельефа, являются прототипом базисной экосистемы, представляют объекты геоэкологического разграничения низшего порядка. Перечисленные признаки определяют критерии районирования локальных экосистем [9–12].

Исследование распределения четвертичных покровных отложений Верхнего Приобья показало, что контуры площадей распространения генетических типов отложений на карте почти точно совпадают с границами распределения пористости и просадочных свойств. Такое же совпадение проявляется при наложении карты типов черноземных почв. При этом на площади с наибольшей мощностью типичного леса приходится максимальная пористость (иногда выше теоретического максимума, составляющего 47,64 %) и просадочность пород, повышенная мощность типичного и обыкновенного чернозема. В то же время лессовидные породы обладают значительно меньшей пористостью и просадочностью, чем лесс, вплоть до нулевого значения. Они покрыты маломощным слоем оподзоленной, осолоделой и осолонцованной почвы. Как уже упоминалось выше, объясняется это тем, что собственно лесс, характеризующийся повышенной первичной пористостью, обладает наиболее благоприятной водно-газовой средой для развития корневой системы растений и размножения живых организмов, способствующих процессам почвообразования, которые в свою очередь благоприятствуют образованию макропор. В лессовидных породах с

меньшей пористостью и проницаемостью процессы почвообразования протекают менее активно, что и сказывается на мощности и качестве почв.

Известно, что территория Верхнего Приобья как зона интенсивного землепользования хорошо и детально исследована и закартирована геодезистами, географами, экологами, почвоведом [13–19]. Крупномасштабные карты распространения различных типов почв могут быть использованы как основа для составления геоэкологических карт, обладающих синергическими качествами, учитывающими, в том числе, распределение экологических функций, карт просадочности и других инженерно-геологических показателей, а также литогенетических карт. Примером такого применения является карта распространения генетических типов отложений, просадочных свойств, пористости, в основу которой положена схематическая карта распределения подтипов лессовых черноземов (рис. 2).

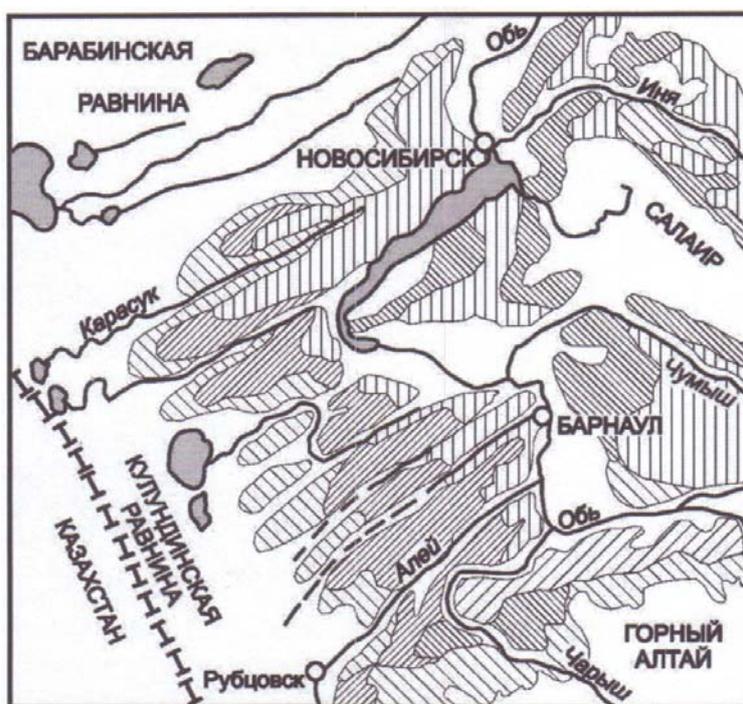


Рис. 2. Схематическая экогеологическая карта покровных четвертичных отложений Верхнего Приобья:

**Условные обозначения**



- чрезвычайно просадочная порода (относительная просадочность более 0,12), представленная эоловыми отложениями (лессом) и покрытая обычным черноземом повышенной мощности;
- сильнопросадочная порода (относительная просадочность 0,07–0,12), представленная эоловыми отложениями (лессом) и покрытая черноземом средней мощности;
- среднепросадочная порода (относительная просадочность 0,03–0,07), представленная эоловыми, делювиальными отложениями и покрытая выщелочным черноземом;
- слабопросадочная порода (относительная просадочность 0,01–0,03), представленная пролювиальными отложениями и покрытая солонцеватыми и осолоделыми почвами;
- порода от условно просадочной до непросадочной (относительная просадочность 0,01–0,00), представленная пролювиальными и озерными отложениями и покрытая солонцеватыми и осолоделыми почвами

Таким образом, в результате проведенного исследования установлено, что размещение экосистем всех градаций со своими экологическими функциями подчиняется общим закономерностям литогенеза на территории Верхнего Приобья. Границы площадей функционирования региональных экосистем совпадают с контурами литологических формаций, развитых на рассматриваемой территории и обладающих определенными экологическими функциями. Подобные информационные признаки объединяют локальные экосистемы со своими конкретными литологическими характеристиками и соответствующими им функциями. Такая схема межсистемных взаимосвязей особенно важна [20] при планировании устойчивого использования составляющих региональных и глобальных экосистем в интересах современного и будущих поколений человечества.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Теория и методология экологической геологии / под ред. В. Т. Трофимова. – М. : МГУ, 1997. – 368 с.
2. Трансформация экологических функций литосферы в эпоху техногенеза : монография / под ред. В. Т. Трофимова. – М. : Ноосфера, 2006. – 720 с.
3. Ван А. В. Экологические функции четвертичных покровных отложений Верхнего Приобья : автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. – Томск, 2004. – 48 с.
4. Сладкопевцев С. А., Дроздов С. Л. Актуальные вопросы и проблемы геологии : научно-метод. издание. – М. : Изд-во МИИГАиК, 2008. – 260 с.
5. Ван А. В. Литология и факторы просадочности лессовых грунтов Верхнего Приобья : монография. – Барнаул : АлГТУ, 2002. – 111 с.
6. Чжан Лян. Проблемы геологической среды Китая и достижения в работе по ее охране // Русско-китайский симпозиум «Государственное регулирование природопользования в условиях действующих отношений собственности на природные ресурсы» : сб. докладов (Москва, 23 сентября – 2 октября 2001 г.). – М. : Геоинформцентр, 2002. – С. 126–133.
7. Жарников В. Б., Ван А. В. Геоэкологические основы рационального землепользования // Вестник СГУГиТ. – 2016. – Вып. 4 (36). – С. 176–183.
8. Жарников В. Б., Ван А. В. Мониторинг эколого-геологических систем как объектов кадастра // Международная научная конференция «Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем» : сб. трудов (Москва, 24–25 мая 2002 г.). – М. : МГУ, 2007. – С. 181–182.
9. Казанцев В. А. Проблемы педогалогенеза : монография. – Новосибирск : Наука, 1998. – 280 с.
10. Хмелев В. А., Танасиенко А. А. Земельные ресурсы Новосибирской области и пути их рационального использования / отв. ред. В. М. Курачев; Рос. Акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т почвоведения и агрохимии. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2009. – 349 с.
11. Николаева О. Н. Природно-ресурсная геоинформационная модель региона как средство для повышения эффективности планирования и ведения природопользования // Вестник СГУГиТ. – 2016. – Вып. 1 (33). – С. 107–113.
12. Максимов В. А., Ипалаков Т. Т. Геоэкологическая оценка земель в системе городского кадастра : монография. – Усть-Каменогорск : ВКТУ, 1999. – 164 с.
13. Карпик А. П. Анализ состояния и проблемы геоинформационного обеспечения территорий // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/С. – С. 3–7.
14. Лебедева Т. А., Гагарин А. И., Лебедев Ю. В. Устойчивое землепользование на интенсивно осваиваемых территориях // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 2. – С. 201–211.

15. Авалиани С. Л., Ревиг Б. А., Захаров В. М. Региональная экологическая политика. Мониторинг здоровья населения и здоровая среда. – М. : ЦЭПР, 2001. – 76 с.
16. Зятькова Л. К., Лесных И. В. Геоэкологическая паспортизация природных объектов как инструмент учета и анализа параметров современных геологических процессов // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 2 (30). – С. 114–123.
17. Татаренко В. И., Касьянова Е. Л., Нольфина М. А. Создание научно-справочного аналитического ГИС-атласа // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 4 (28). – С. 129–135.
18. Жарников В. Б., Ван А. В., Николаева О. Н. Учет экологических функций литосферы при оценке территорий // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 151–153.
19. Кравцов Ю. В., Байков К. С., Соловьев С. В. Геопространственный анализ почв Северо-Западной Барабы // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 3. – С. 240–249.
20. Нитяго И. В., Стрибко Т. В. Геоинформационные аспекты формирования будущего Сибири // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 4 (32). – С. 70–78.

Получено 25.08.2017

© А. В. Ван, В. Б. Жарников, В. Г. Колмогоров, А. В. Конева, 2017

## THE PATTERNS OF ECOLOGICAL FUNCTIONS DISTRIBUTION OF LITHOSPHERE IN THE UPPER OB REGION AS THE BASIS OF RATIONAL ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

### *Alexander V. Van*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Dr. Sc., Professor Consultant, Department of Cadastre and Territorial Planning, phone: (913)790-31-91, e-mail: van.a.v@mail.ru

### *Valeriy B. Zharnikov*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Professor, Department of Cadastre and Territorial Planning, phone: (383)361-05-66, e-mail: v.b.jarnikov@ssga.ru

### *Vyacheslav G. Kolmogorov*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Dr. Sc., Professor Consultant, Department of Geomatics and Property & Infrastructure, phone: (383) 343-39-77

### *Anna V. Koneva*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D. Student, Department of Cadastre and Territorial Planning, phone: (383)361-05-66, e-mail: koneva-ann@mail.ru

The knowledge of the patterns of distribution of ecological functions of the lithosphere has important theoretical and practical significance: for the scientific substantiation of methods of rational development of natural resources, their assessment, prediction of use of territories with different ecological properties, for establishing their ecological and recreational capacity, analysis of ecosystem resilience to anthropogenic impacts, assessing the occurrence of areas of high environmental risk and geodynamic stress. One of the timely methods of solving these problems is a

geoenvironmental zoning and for more private questions – ecologo-geological zoning, which is both a frame of ecological and geological cadastre.

**Key words:** ecological functions, lithosphere, environmental management, assessment and prediction of land-use, environmental capacity, environmental risk.

## REFERENCES

1. Trofimova V. T. (Ed.). (1997). *Teoriya i metodologiya ekologicheskoy geologii [Theory and methodology of ecological geology]*. Moscow: MSU [in Russian].
2. Trofimova V. T. (Ed.). (2006). *Transformatsiya ekologicheskikh funktsiy litosfery v epokhu tekhnogeneza [Transformation of ecological functions of the lithosphere in the era of technogenesis]*. Moscow: Noosfera [in Russian].
3. Van A. V. (2004). *Ekologicheskie funktsii chetvertichnykh pokrovnykh otlozheniy Verkhnego Priob'ya [Ecological functions of Quaternary coverings of Upper Ob River]. Extended abstract of Doctor's thesis.* Tomsk [in Russian].
4. Sladkopevtsev, S. A., & Drozdov, S. L. (2008). *Aktual'nye voprosy i problemy geologii [Topical issues and problems of geology]*. Moscow: MIIGAiK Publ. [in Russian].
5. Van, A. V. (2002). *Litologiya i faktory prosadochnosti lessovykh gruntov Verkhnego Priob'ya [Lithology and factors of subsidence of loess soils of Upper Ob region]*. Barnaul: AISTU [in Russian].
6. Chzhan Lyan. (2002). Problems of the geological environment of China and achievements in the work to protect it. In *Sbornik materialov Russko-kitayskogo simpoziuma: Gosudarstvennoe regulirovanie prirodnopol'zovaniya v usloviyakh deystvuyushchikh otnosheniy sobstvennosti na prirodnye resursy [Proceedings of the Russian-Chinese Symposium: State Regulation of Nature Management in Conditions of Current Ownership of Natural Resources]* (pp. 126–133). Moscow : Geoinformtsentr [in Russian].
7. Zharnikov, V. B., & Van, A. V. (2016). Geo-ecological bases of rational land use. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 4(36), 176–183 [in Russian].
8. Zharnikov, V. B., & Van, A. V. (2002). Monitoring of Ecological and Geological Systems as Cadastre Objects Monitoring ekologo-geologicheskikh sistem kak ob"ektov kadastra. In *Sbornik trudov Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: Monitoring geologicheskikh, litotekhnicheskikh i ekologo-geologicheskikh sistem [Proceedings of International Scientific Conference: Monitoring of Geological, Lithotechnical and Ecological-Geological Systems]* (pp. 181–182). Moscow: MSU [in Russian].
9. Kazantsev, V. A. (1998). *Problemy pedogalogeneza [Problems of pedogalogenesis]*. Novosibirsk: Nauka [in Russian].
10. Khmelev, V. A., & Tanasienko, A. A (2009). *Zemel'nye resursy Novosibirskoy oblasti i puti ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya [Land resources of the Novosibirsk region and ways of their rational use]*. V. M. Kurachev (Ed.). Novosibirsk: SB RAS Publ. [in Russian].
11. Nikolaeva, O. N. (2016). Natural resources' geoinformation model of the region as a means to improve the efficiency of natural resources planning and management. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 1(33), 107–113 [in Russian].
12. Maksimov, V. A., & Ipalakov, T. T. (1999). *Geoekologicheskaya otsenka zemel' v sisteme gorodskogo kadastra [Geoecological assessment of lands in the urban cadastre system]*. Ust-Kamenogorsk: VKTU [in Russian].
13. Karpik, A. P. (2014). Current state and problems of territories gis support. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotos"emka [Izvestia Vuzov. Geodesy and Aerophotography]*, 4, 3–7 [in Russian].

14. Lebedeva, T. A., Gagarin, A. I., & Lebedev, Yu. V. (2017). Sustainable land management on the intensively developed territories. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 22(2), 201–211 [in Russian].
15. Avaliani, S. L., Revig, B. A., & Zakharov, V. M. (2001). *Regional'naya ekologicheskaya politika. Monitoring zdorov'ya naseleniya i zdorovaya sreda [Regional environmental policy. Monitoring of public health and a healthy environment]*. Moscow: CEPR [in Russian].
16. Zyat'kova, L. K., & Lesnykh, I. V. (2015). Geological classification of natural objects for taking into account and analysis of current geological processes characteristics. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 2(30), 114–123 [in Russian].
17. Tatarenko, V. I., Kasyanova, E. L., & Nolfina M. A. (2014). Making of informational scientific analytic GIS-atlas. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 4(28), 129–135 [in Russian].
18. Zharnikov, V. B., Van, A. V., & Nikolaeva, O. N. (2012). Taking into account lithospheric ecological functions in territories evaluation. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotos'emka [Izvestia Vuzov. Geodesy and Aerophotography]*, 2/1, 151–153 [in Russian].
19. Baikov, K. S., Solovev, S. V., & Kravtsov, Y. V. Geospatial analysis of soils in NorthEastern Baraba. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 22(3), 240–249 [in Russian].
20. Nityago, I. V., & Stribko, T. V. (2015). Geographic information aspects of forming the future Siberia. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 4(32), 70–78 [in Russian].

Received 25.08.2017

© A. V. Van, V. B. Zharnikov, V. G. Kolmogorov, A. V. Koneva, 2017