

УДК 504.064.2

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ НА ТЕРРИТОРИИ МАЛЫХ ГОРОДОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ (на примере г. Дубны)

И.З. Каманина, О.А. Макаров, О.А. Савватеева

*Международный университет природы, общества и человека «Дубна»
Россия, 141980, Дубна Московской обл., Университетская, 19*

Поступила в редакцию 14.04.05 г.

Оценка экологических рисков на территории малых городов Московской области (на примере г. Дубны). – Каманина И.З., Макаров О.А., Савватеева О.А. – Представлена концепция оценки экологических рисков для малых городов Подмосковья, в которых нет большого числа промышленных предприятий, вредного производства и экологическая обстановка в большинстве случаев оценивается как удовлетворительная. Продемонстрировано применение подхода к территории наукограда, малого города Дубны, расположенного на севере Московской области.

Ключевые слова: экологический риск, оценка экологического риска, управление экологическим риском, состояние окружающей природной среды.

An evaluation of environmental risks in the territory of towns in the Moscow region (with Dubna as an example). – Kamanina I.Z., Makarov O.A., Savvateyeva O.A. – A concept of ecological risk assessment for towns in the Moscow region is proposed. These towns feature few industrial enterprises, harmful manufactures; in most cases their ecological status is estimated as satisfactory. The approach proposed was applied to the scientific town Dubna (north of the Moscow region).

Key words: ecological risk assessment, ecological risk management, environmental status.

ВВЕДЕНИЕ

Традиционно оценка экологического риска применяется в тех случаях, когда невозможно дать однозначный ответ о техногенном воздействии на состояние окружающей природной среды и здоровье человека. Изучение проблем, связанных с оценкой экологических рисков, активно проводится в ряде развитых стран (США, ФРГ, Японии, Нидерландах и др.) уже в течение нескольких десятилетий. Разработка проблемы в России находится на стадии становления (Перелет, Сергеев, 1988).

Необходимо отметить, что изучение рисков чаще всего напрямую связано с изучением предполагаемого воздействия наиболее опасных природных и техногенных процессов и явлений на здоровье человека (Легасов и др., 1984; Кофф и др., 1997; Шахрамьян, 2000; Осипов и др., 2001 и др.). В последние годы все большее внимание исследователей привлекают вопросы изучения экологического риска в связи с его страхованием (Башкин, 1999, 2005). Таким образом, при изучении экологического риска оценка существующего состояния природно-территориальных комплексов, как правило, отходит на второй план. Между тем определение степени техногенной измененности различных природных компонентов в условиях существующего техногенного воздействия (Овчинникова, 2003) не менее важно.

Как известно, экологическая обстановка на территории Московской области оценивается как достаточно напряженная, что обусловлено как высоким уровнем

техногенной нагрузки на природную среду (это промышленность и транспорт), так и довольно большой плотностью населения (Государственный доклад..., 1999 – 2004).

Представляется, что оценка экологических рисков на территории малых городов Подмосковья позволит не только установить степень измененности природно-территориальных комплексов, но и разработать эколого-экономические механизмы их восстановления и сохранения.

Концепция оценки экологических рисков для малых городов

Авторами статьи разработана концепция оценки экологических рисков для малых городов Подмосковья при существующем уровне техногенного воздействия, когда в качестве объекта воздействия рассматриваются и окружающая природная среда, и состояние здоровья человека.

Рассмотрим положения данной концепции.

1. Специфика малого города заключается в комплексном влиянии антропогенных и техногенных факторов на его относительно небольшую территорию, следствием чего, как правило, является пространственное нивелирование этого влияния.

В связи с указанной спецификой малых городов основное внимание при оценке рисков уделяется не вероятности наступления техногенных аварий и связанному с этим риску ухудшения здоровья населения, а комплексному состоянию окружающей среды.

2. Допускается возможность поступления загрязняющих веществ в компоненты среды и содержание в них в виде примесей в количествах, безопасных для окружающей природной среды в целом и здоровья человека в том числе.

3. Экологический риск следует рассматривать с двуединой позиции: опасности наступления негативных событий для здоровья населения и опасности ухудшения качества окружающей среды.

Ухудшение качества окружающей среды диагностируется по уменьшению степени благоприятности окружающей среды (в соответствии со ст. 1 Федерального закона РФ №7-ФЗ от 10.01.02 г. «Об охране окружающей среды» «благоприятная окружающая среда – окружающая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов»).

В качестве критериев качества компонентов окружающей среды можно использовать систему санитарно-гигиенических нормативов – ПДК, ОДК, ОБУВ и других.

4. Степень выраженности экологических рисков оценивается по пятибалльной шкале, разработанной на основе существующих шкал состояния отдельных природных сред и окружающей природной среды в целом (Критерии оценки..., 1992; Виноградов, 1997; Макаров, 2002). Указанные шкалы, отражая градации состояния природных компонентов, характеризуют их устойчивость к внешнему воздействию. При этом под устойчивостью отдельных природных компонентов и окружающей природной среды подразумевается «...их способность сохранять функционирование в пределах естественного колебания их параметров» (Снакин, 2000).

5. Так как экологический риск рассматривается с двуединой позиции, то комплексное состояние окружающей природной среды оценивается по результатам химико-аналитических, биоиндикационных и медико-демографических исследований.

6. Предлагается ввести в природоохранную практику следующие категории выраженности экологического риска: очень слабую (нижняя граница риска) и слабую степень выраженности экологического риска (СВЭР), которые соответствуют такому состоянию окружающей среды, когда риск практически отсутствует, а также чрезвычайную и катастрофическую степень выраженности экологического риска (верхняя граница риска), которые сопоставимы с чрезвычайной ситуацией и экологическим бедствием (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Балльная оценка состояния (качества) окружающей природной среды и соответствующая ей оценка выраженности экологического риска

Уровни потери экологического качества окружающей природной среды	Качественные признаки состояния природной среды	Степень выраженности экологического риска (СВЭР)
1	- Отсутствие угнетения естественных и антропогенных биоценозов. - Отсутствие нарушений состояния здоровья из-за влияния окружающей природной среды. - Отсутствие нарушений природных сфер и их функционального равновесия.	Очень слабая
2	- Заметное угнетение естественных биоценозов. Использование земель для пищевой продукции без ограничения. - Природная среда в целом удовлетворительная для существования человека. - Признаки нарушения отдельных природных сфер обратимого характера.	Слабая
3	- Природные биоценозы сильно угнетены, производство пищевой продукции неэффективно из-за низкого качества и пониженного плодородия почв. - Здоровье населения заметно ухудшено из-за неблагоприятных условий окружающей природной среды; окружающая природная среда не справляется с антропогенными нагрузками.	Средняя
4	- Невозможность длительного существования искусственных насаждений, противопоказанность использования земель для производства продовольственных продуктов. - Существенная деградация населения по состоянию здоровья. - Необратимые нарушения природных сфер, исключающие самовосстановление природной среды в целом.	Чрезвычайная
5	- Биопродуктивность земель нулевая. - Прямой контакт человека с природной средой опасен для здоровья и существования человека. - Природные сферы необратимо нарушены и не могут выполнять свои функции в окружающей среде.	Катастрофическая

Указанным градациям соответствуют принципиально различные по глубине и необратимости нарушения экосистем:

а) очень слабая СВЭР – окружающая природная среда полностью обеспечивает функционирование и саморегулирование экологических систем;

б) слабая СВЭР – окружающая природная среда устойчива к разрушающим воздействиям и обладает способностью к самовосстановлению за счет естественных процессов саморегуляции;

в) средняя СВЭР – окружающая природная среда неустойчива к разрушающим воздействиям, но иногда способна к самовосстановлению при условии снятия разрушающей нагрузки;

г) чрезвычайная СВЭР – потеря способности к самовосстановлению, восстановление окружающей природной среды возможно только при применении специальных (в том числе рекультивационных) мероприятий;

д) катастрофическая СВЭР

– необратимая потеря возможности восстановления окружающей природной среды даже при проведении восстановительных мероприятий.

7. При установлении градаций степени выраженности экологического риска по отдельным показателям различных природных сред, состоянию здоровья человека необходимо учитывать, как правило, нелинейный характер ее (степени выраженности) изменения. Ранжирование указанных показателей необходимо проводить в соответствии с существующими нормативами или (в случае их отсутствия или недостаточности) – по пятибалльной шкале (см. табл. 1).

8. Оценка экологического риска должна быть интегральной, должна базироваться на системном подходе к решению проблемы и выражаться интегральным показателем.

Для каждого из ранжированных показателей степени выраженности экологического риска отдельного природного компонента (почвенного покрова, атмосферного воздуха, природных вод, растительного и животного мира, геологической среды) и состояния здоровья людей проводится построение картосхем их пространственного распределения с приложением соответствующих пояснительных записок.

Посредством пространственного совмещения картосхем отдельных значимых показателей степени выраженности экологического риска при помощи ГИС-технологии осуществляется построение картосхем степени выраженности экологического риска отдельных компонентов окружающей природной среды.

Затем путем совмещения картосхем степени выраженности экологического риска отдельных компонентов окружающей природной среды осуществляется построение суммарной картосхемы степени выраженности экологического риска природной среды в целом.

Для каждого контура, полученного в результате пространственного совмещения картосхемы, проводится расчет показателя степени выраженности экологического риска отдельного компонента окружающей природной среды и/или окружающей природной среды в целом по формуле

$$СВЭР = \Pi_{д_i} + \sum_{i=1}^n (\Pi_{дп_i}) / (\sum_{i=1}^n (\Pi_{дп_i}) + n),$$

где СВЭР – величина степени выраженности экологического риска отдельных компонентов окружающей природной среды или окружающей природной среды в



Рис. 1. Пределы экологического риска

целом; $Пд_i$ – балльное значение доминирующего показателя компонента окружающей природной среды или окружающей природной среды в целом (доминирующий показатель – ранжированный показатель, определяющий максимальную СВЭР для данного контура); $Пдп_i$ – балльное значение дополнительного показателя компонента окружающей природной среды или окружающей природной среды в целом (**дополнительный показатель** – ранжированный показатель, меньший, чем доминирующий или равный ему – по классу опасности и по СВЭР); n – число дополнительных параметров.

Балльное значение доминирующего и дополнительных показателей является серединой оценочного балла, соответствующего установленной в ходе оценки степени выраженности экологического риска окружающей природной среды: очень слабая (0.5); слабая (1.5); средняя (2.5); чрезвычайная (3.5); катастрофическая (4.5).

Суммарная картосхема степени выраженности экологического риска для той или иной территории является основой для управления риском с целью его максимального снижения с учетом всех аспектов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В основу исследования положены данные, полученные в период 1999 – 2003 гг. Международным университетом «Дубна», Дубненским городским центром госсанэпиднадзора, МУП «ПТО Городское хозяйство», ФГБУ «Центррегионводхоз». Также использованы сведения из статистической отчетности. Полевые обследования природных компонентов проводились в соответствии с общепринятыми методиками (ГОСТ 17.1.5.05-85; Методические рекомендации..., 1996) и методом флуктуирующей асимметрии, разработанным в Лаборатории биоиндикации Калужского государственного педагогического университета в 1997 г.

Отобранные пробы были проанализированы в аккредитованных лабораториях указанных организаций по методикам из перечня, внесенного в Федеральный реестр методик выполнения измерений, применяемых в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора, в 1999 г.

Расчеты и статистические исследования для оценки состояния атмосферного воздуха были проведены по «Методическим указаниям по оценке влияния выбросов автотранспорта на окружающую среду вдоль автомобильных дорог» (1993), а затем в «Системе расчетного мониторинга качества атмосферного воздуха города (региона) “Эколог-город”» (1999). Для анализа других сред применялись стандартные программы Microsoft Excel, Statistica. Создание картосхем проведено с использованием геоинформационной системы MapInfo 6.5 и программного комплекса Surfer 7.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе изучения экологической обстановки на территории г. Дубны были выбраны следующие показатели оценки степени выраженности экологических рисков для различных компонентов окружающей природной среды и состояния здоровья населения:

– атмосферный воздух: *концентрация диоксида азота, оксида железа, пыли абразивной и неорганической;*

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ НА ТЕРРИТОРИИ МАЛЫХ ГОРОДОВ

- поверхностные воды: *концентрация азота нитритного, аммиака, железа, меди, нефтепродуктов;*
- почвы: *концентрация кадмия, свинца, нефтепродуктов;*
- растительность: *коэффициент флуктуирующей асимметрии листовых пластин древесных и травянистых растений;*
- животный мир: *количество видов птиц;*
- здоровье населения: *количество зарегистрированных детей, больных бронхиальной астмой, различными болезнями эндокринной системы, врожденными аномалиями развития.*

При определении экологически значимых показателей учитывалась степень обеспеченности параметрическими данными для территории всего города Дубны.

В соответствии с разработанной шкалой степени выраженности экологического риска (см. табл. 1), для каждого из выбранных показателей различных компонентов окружающей природной среды, а также для состояния здоровья населения были разработаны индивидуальные оценочные шкалы (табл. 2). Основой для их разработки послужили санитарно-гигиенические нормативы и оценочные уровни, приведенные в «Критериях оценки ...» (1992).

Таблица 2

Оценочные шкалы компонентов окружающей природной среды

Природный компонент	Показатель	Степень выраженности экологического риска				
		очень слабая	слабая	средняя	чрезвычайная	катастрофическая
Почвы	Кадмий (мг/л)	<1	1 – 3	3 – 5	5 – 20	>20
	Свинец (мг/л)	<32	32 – 125	125 – 250	250 – 600	>600
	Нефтепродукты (мг/л)	<1000	1000 – 2000	2000 – 3000	3000 – 5000	>5000
Поверхностные воды	Азот нитритный (мг/л)	<3.3	3.3 – 16.5	16.5 – 33	>33	
	Алюминий (мг/л)	<0.5	0.5 – 2.5	2.5 – 5	>5	
	Аммиак (мг/л)	<2	2 – 10	10 – 20	>20	
	Железо (мг/л)	<0.3	0.3 – 15	15 – 30	>30	
	Кадмий (мг/л)	<0.001	0.001 – 0.005	0.005 – 0.01	<0.01	
	Медь (мг/л)	<1	1 – 5	5 – 10	>10	
	Нефтепродукты (мг/л)	<0.3	0.3 – 1.5	1.5 – 3	>3	
Атмосферный воздух	Диоксид азота (доли ПДК)	<5			5 – 7.5	>7.5
	Оксид железа (доли ПДК)	<8			8 – 12.5	>12.5
	Пыль абразивная (доли ОБУВ)	<12.5			12.5 – 20	>20
	Пыль неорганическая (доли ПДК)	<8			8 – 12.5	>12.5
Растительный покров	Коэффициент флуктуирующей асимметрии	<0.0065	0.0065 – 0.013	0.0130 – 0.0195	0.0195 – 0.0260	>0.0260
Животный мир	Количество видов птиц	>20	11 – 20	3 – 10	1 – 2	0
Здоровье населения	Количество зарегистрированных (поставленных на учет) детей (до 18 лет) за период 1998 – 2003 гг. больных бронхиальной астмой, врожденными аномалиями развития и болезнями эндокринной системы	<10	11 – 20	21 – 30	31 – 40	>40

В результате выполненных расчетов величины СВЭР по приведенной формуле были построены картосхемы для каждого компонента окружающей природной среды, исходя из которых можно сделать следующие выводы:

– по состоянию атмосферного воздуха СВЭР на территории города Дубны оценивается как очень слабая – средняя;

– по состоянию поверхностных вод центральная часть города, которая является селитебной зоной, относится к области со средней СВЭР, а остальная часть – к области с очень слабой и слабой СВЭР (рис. 2, а);

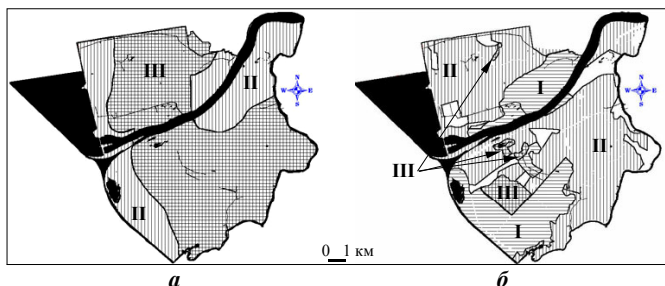


Рис. 2. Картосхема степени выраженности экологического риска для поверхностных вод (а) и животного мира (б) г. Дубны:

I – очень слабая, II – слабая, III – средняя

полигона ТБО «Дубна-левобережная» и к востоку от него; остальная часть городской агломерации имеет очень слабую СВЭР;

– по результатам биоиндикационной оценки степени асимметрии листовой пластинки ряда древесных (*Betula pendula* и *Acer platanoides*) и травянистых растений (*Aegopodium podagraria* и *Tussilago farfara*) было выявлено, что слабо заселенный район Левобережья, западная часть города и юго-восточная окраина относятся к территориями с очень слабой СВЭР, а основная часть города – к территориям со слабой СВЭР;

– по состоянию животного мира леса на подъезде к городу в правобережной части и луга в левобережной части, мало затронутые хозяйственной деятельностью человека, характеризуются очень слабой СВЭР; основная часть территории относится к зонам со слабой СВЭР, а четыре района нуждаются в особом внимании, здесь отмечается средняя СВЭР (сосновый бор на Черной Речке и лес около мемориала «Братские могилы» на Большой Волге с большой рекреационной нагрузкой, участок между Черной Речкой и Большой Волгой, озеро у охотхозяйства и территория полигона ТБО «Дубна-левобережная» с сильным антропогенным воздействием) (рис. 2, б);

– анализ состояния здоровья населения выявил, что основная часть городской территории имеет очень слабую СВЭР, однако существует два участка со слабой СВЭР (в Левобережной части города достаточно много детей, поставленных на врачебный учет по врожденным аномалиям развития, в Правобережной части – по врожденным аномалиям развития и бронхиальной астме).

Посредством пространственного совмещения интегральных картосхем СВЭР отдельных компонентов окружающей природной среды и состояния здоровья на-

– по состоянию почвенного покрова на городской территории имеются четыре участка со слабой СВЭР – три небольших участка на территории полигона ТБО «Дубна-правобережная» и садовых товариществ «Весна» и «Заря»; а также значительный район на территории

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ НА ТЕРРИТОРИИ МАЛЫХ ГОРODOВ

селения на основе ГИС и расчета СВЭР в соответствии с приведенной формулой была построена суммарная картосхема степени выраженности экологического риска для г. Дубны (рис. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ суммарной картосхемы позволяет сделать следующее заключение: не смотря на то, что величины степени выраженности экологического риска для различных природных сред в пределах города варьируют от первой до третьей, пространственное распределение суммарного показателя СВЭР равномерно. На всей территории города представлена третья степень. Это свидетельствует о том, что состояние природной среды г. Дубны незначительно, но превысило экологическую норму. Окружающая природная среда г. Дубны находится, образно говоря, в «пограничном» состоянии: незначительное усиление антропогенной нагрузки может привести к необратимым нарушениям экосистемы и ухудшению состояния здоровья населения. С другой стороны, привлечение даже незначительных средств на восстановление природных компонентов должно привести к существенному экологическому оздоровлению. Кроме того, «усредненность» г. Дубны по величине экологического риска свидетельствует о необходимости создания так называемого «экологического каркаса» (Реймерс, 1992) – выделения участков с определенным режимом природопользования, особым образом расположенных на городской территории (рис. 4).

Предлагается использовать следующие критерии выделения так называемых «буферных зон» (участков экологического каркаса г. Дубны):

- принадлежность к территориям, имеющим статус особо охраняемых;
- принадлежность к водоохранным зонам;
- наибольшее видовое разнообразие растительного и животного мира;
- наличие видов растений и животных, занесенных в Красную книгу Московской области;
- состояние растительного и животного мира территорий соответствует очень слабой степени выраженности экологического риска.

В дальнейшем предполагается проведение единообразной оценки экологического

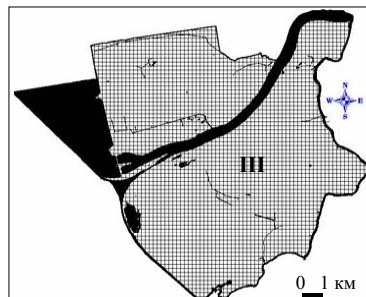


Рис. 3. Суммарная карто-схема степени выраженности экологического риска для территории г. Дубны (усл. обозн. см. на рис. 2)

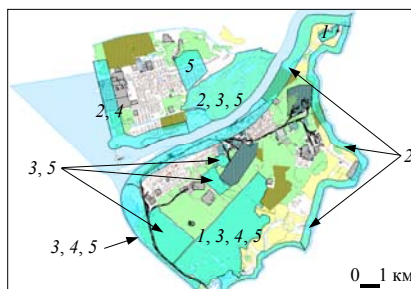


Рис. 4. Экологический каркас территории г. Дубны: 1 – статус особо охраняемых природных территорий; 2 – водоохранные зоны; 3 – наибольшее видовое разнообразие растительного и животного мира; 4 – наличие видов растений и животных, занесенных в Красную книгу Московской области; 5 – состояние растительного и животного мира соответствует очень слабой степени выраженности экологического риска

риска для экосистем других малых городов Московской области и их сопоставление. Результатом такого исследования может стать карта экологических рисков малых городов Московской области и разработка рекомендаций по управлению этими рисками.

Авторы выражают огромную благодарность за консультации доктору биологических наук В.Н. Башкину, доктору геолого-минералогических наук Р.Г. Джамалову, доктору геолого-минералогических наук Н.А. Ясаманову, кандидату физико-математических наук А.С. Шеулину, кандидату химических наук С.В. Моржухиной. За содействие в сборе информации авторы благодарят директора АНО «Региональный экологический центр «Дубна»» С.Г. Башу и заместителя директора К.С. Дзюба, а также сотрудников природоохранных организаций Н.А. Кликодуеву, Е.М. Мосалову, А.В. Тихомирову и студентов Международного университета «Дубна» Т. Бахтину и Г. Свирихину.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Башкин В.Н.* Оценка степени риска при критических нагрузках загрязняющих веществ на экосистемы // География и природ. ресурсы. 1999. № 1. С. 35 – 39.
- Башкин В.Н.* Управление экологическим риском. М.: Научный мир, 2005. 368 с.
- Виноградов Б.В.* Основы ландшафтной экологии. М.: ГЕОС, 1997. 417 с.
- ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков». М., 1985.
- Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Московской области». М., 1999 – 2004.
- Коффе Г.Л., Гусев А.А., Воробьев Ю.Л., Козьменко С.Н.* Оценка последствий чрезвычайных ситуаций. М.: Изд-во РЭФИА, 1997. 145 с.
- Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. Методика Министерства природных ресурсов РФ от 30.11.1992. М.: Наука, 1992. 197 с.
- Легасов В.А., Демин В.Ф., Шевелев Я.В.* Экономика безопасности ядерной энергетики. М.: ИАЭ-4072-3, 1984. 49 с.
- Макаров О.А.* Состояние почвы как объект экологического нормирования окружающей природной среды: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2002. 46 с.
- Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель / Сборник нормативных актов «Охрана почв». М.: Изд-во РЭФИА, 1996. 200 с.
- Методические указания по оценке влияния выбросов автотранспорта на окружающую среду вдоль автомобильных дорог / Гос. комитет по экологии Республики Беларусь. Минск, 1993. 89 с.
- Овчинникова И.Н.* Экологический риск и загрязнение почв. М., 2003. 364 с.
- Осипов Ю.Б., Дымов Д.Е., Зилинг Д.Г., Куценко В.В., Шевчук А.В.* Управление природоохранной деятельностью в Российской Федерации. М.: Изд-во МГУ, 2001. 438 с.
- Перелет Р.А., Сергеев Г.С.* Технологический риск и обеспечение безопасности производства. М.: Знание, 1988. 64 с.
- Реймерс Н.Ф.* Охрана природы и окружающей человека среды: Словарь-справочник. М.: Просвещение, 1992. 320 с.
- Система расчетного мониторинга качества атмосферного воздуха города (региона) «ЭКОЛОГ – ГОРОД»: Руководство пользователя. СПб.: Интеграл, 1999. 40 с.
- Снакин В.В.* Экология и охрана природы: Словарь-справочник / Под ред. А.Л. Яншина. М.: Academia, 2000. 384 с.
- Шахраманьян М.А.* Оценка сейсмического риска и прогноз последствий землетрясений в задачах спасения населения: теория и практика / ВНИИ ГОЧС. М., 2000. 189 с.