

ТИПИЗАЦИЯ ТЕРРИТОРИИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ ПО УРОВНЮ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СРЕДУ ОБИТАНИЯ

С.А. Куролап, Ю.А. Нестеров, С.А. Епринцев

Воронежский государственный университет, Россия

Поступила в редакцию 21 января 2010 г.

Аннотация: Проведена интегральная геоэкологическая оценка уровня техногенного воздействия на окружающую среду Воронежской области по основным экологически значимым критериям: величине эмиссионной нагрузки на воздушный бассейн на основании анализа выбросов загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками загрязнения атмосферы, объемам сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, уровню химизации в сельском хозяйстве по объемам вносимых в пахотные земли минеральных удобрений. Выявлены и охарактеризованы типы районов с различным уровнем техногенного давления на среду обитания.

Ключевые слова: техногенное воздействие, эмиссионная нагрузка, воздействие на водные ресурсы, воздействие на земельные ресурсы, типизация региона.

Abstract: Geoecological integral assessment of the level of anthropogenic impact on the environment of the Voronezh region is conducted according to major environmental significance criteria such as: magnitude of the emission load on the air basin based on the analysis of pollutant emissions from static and mobile sources of air pollution, discharges of polluted wastewater into surface water bodies, the level of chemicals use in agriculture according to the amount of used farmland fertilizers. Types of areas with different levels of the environment impact are revealed and characterized.

Key words: technogenic impact, emission load, impact on water resources, impact on land resources, classification of the region.

Анализ и экологическая оценка уровня техногенного воздействия на среду обитания служат важнейшими условиями реализации эффективной экологической политики, направленной на устойчивое эколого-экономическое развитие региона. Актуальность данной проблемы в Воронежской области определяется интенсивным техногенным воздействием на ее среду обитания. В регионе расположено несколько крупных промышленно-развитых урбанизированных зон (Воронежская, Борисоглебская, Лискинская, Россошанская), около 60% площади области распахивается и ежегодно подвергается сельскохозяйственной обработке, мелиорации и химизации. В течение последних лет ежегодно в атмосферу области поступает от 54 до 73 тысяч тонн вредных веществ от стационарных источников и около 280-370 тысяч тонн вредных веществ от автотранспорта, а объем поступления загрязненных сточных вод в открытые водоемы составляет около 152-190 млн. куб. м ежегодно. Причем, по основным показателям воздействия на

среду обитания ситуация сильно дифференцирована, что служит предпосылкой региональной экологической диагностики для выявления приоритетных факторов экологического риска.

Исходная база экологических данных сформирована на основании фондовых данных Управлений Ростехнадзора, Росприроднадзора и Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Воронежской области за 10-летний период (1998-2007 гг.) по муниципальным районам и городским округам. Интегральный критерий техногенной нагрузки получен расчетным путем, а операционными единицами для расчета служили 32 территориальные единицы (Борисоглебский городской округ и 31 муниципальный район). Для соблюдения статистической корректности расчетов городской округ город Воронеж вследствие значительного «отрыва» от других территорий региона по объемам и масштабам воздействия на окружающую среду в расчет интегрального критерия не включали как «статистический артефакт» (территория Воронежа отнесена к

Таблица 1

Значения частных и интегрального критерия техногенной нагрузки ($I_{ТН}$) по районам и городским округам

Районы и городские округа	$K_{атм}$ (т/год на кв.км) *	$K_{вод}$ (млн. куб. м сбросов / млн. куб. м стока) **	$K_{зем}$ (кг/га пашни) ***	Сумма нормированных оценок ($I_{ТН}$)	Ранг ($I_{ТН}$)
Аннинский	4,27	5,57	12,5	-1,32	4
Бобровский	2,84	0,00	19,3	-1,64	4
Богучарский	3,03	2,57	17,5	-1,54	4
Борисоглебский гор. округ	9,64	39,32	8,0	3,36	1
Бутурлиновский	6,73	0,09	15,2	-0,54	3
Верхнемамонский	3,17	0,00	22,5	-1,17	4
Верхнехавский	4,11	0,72	31,2	0,22	3
Воробьевский	3,51	0,00	11,8	-2,20	5
Грибановский	2,54	2,11	10,2	-2,57	5
Калачеевский	10,22	3,10	15,7	1,17	2
Каменский	4,61	12,32	13,8	-0,43	3
Кантемировский	4,15	1,12	27,5	-0,13	3
Каширский	9,04	0,00	13,7	0,21	3
Лискинский	9,19	0,66	36,2	2,77	1
Нижедевицкий	3,04	1,11	13,8	-2,07	5
Новоусманский	5,27	0,00	20,2	-0,59	3
Новохоперский	3,12	1,10	11,2	-2,33	5
Ольховатский	4,69	3,45	31,3	0,71	3
Острогожский	8,40	14,91	33,5	3,45	1
Павловский	6,06	44,49	28,5	4,64	1
Панинский	3,27	0,00	36,0	0,34	3
Петропавловский	3,40	0,95	8,5	-2,52	5
Поворинский	5,51	21,15	20,3	1,43	2
Подгоренский	2,18	0,00	30,3	-0,71	3
Рамонский	3,81	1,40	30,5	0,08	3
Репьевский	3,73	0,00	30,8	-0,04	3
Россошанский	10,94	21,25	32,5	4,92	1
Семилукский	7,36	3,62	31,8	1,84	2
Галовский	6,26	2,22	16,8	-0,36	3
Терновский	3,12	0,00	11,7	-2,37	5
Хохольский	2,56	1,62	25,0	-0,99	4
Эртильский	5,29	0,00	10,5	-1,64	4
Гор. округ город Воронеж	268,06	х	х	х	1
Область в целом	7,76	51,64	21,2	0,0	3

*) $K_{атм}$ – коэффициент эмиссионной нагрузки на атмосферу; **) $K_{вод}$ – коэффициент нагрузки на водные ресурсы; ***) $K_{зем}$ – коэффициент нагрузки на земельные ресурсы.

рангу с максимальной нагрузкой на среду обитания без дополнительного обоснования).

Общий методический подход к оценке уровня техногенной нагрузки базируется на научных разработках Н.П. Тихомирова [5], Б.И. Кочурова [1], а также региональных исследованиях, проведенных для индикации зон экологического риска в районах интенсивного агропромышленного освоения [2, 4]. Он основан на суммировании частных оценочных критериев, отражающих уровень техногенного давления на среду обитания. Оригинальность подхода в отличие от ранее применявшихся алгоритмов заключается в использовании метода «статистического нормирования» значений частных критериев техногенных нагрузок на атмосферу, водные и земельные ресурсы как основы статистического обобщения при расчете интегрального показателя техногенного воздействия на среду обитания.

Для оценки параметров техногенной нагрузки выбраны следующие критерии, отражающие среднегодовые показатели воздействия на среду обитания за 10-летний период:

– нагрузка на атмосферу на основании учета параметров выбросов загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников (коэффициент эмиссионной нагрузки в расчете на единицу площади, т/год на 1 кв. км);

– нагрузка на поверхностные водные ресурсы на основании учета объемов сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водоемы (объем сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водоемы в расчете на объем ресурсов естественного поверхностного стока, млн. куб. м сбросов/млн. куб. м стока); данные по ресурсам поверхностного стока заимствованы из работ А.Г. Курдова [3];

– нагрузка на земельные ресурсы на основании учета объемов химизации сельскохозяйственных угодий (количество вносимых минеральных удобрений на 1 га пашни, кг/га).

Общая методическая схема обработки данных следующая:

– формирование исходной базы данных по 3 основным критериям техногенной нагрузки на атмосферу, водные и земельные ресурсы;

– «нормирование» исходных значений для преобразования исходных данных в единые единицы измерений; при этом положительные нормированные значения характеризуют уровни воздействия выше среднеобластного, отрицательные значения

– ниже среднеобластного, а значения близкие к «0» соответствуют среднеобластному уровню;

– суммирование нормированных значений по 3 частным критериям и расчет интегрального показателя, отражающего суммарное техногенное воздействие ($I_{\text{тн}}$) – чем больше сумма нормированных значений, тем выше уровень техногенного давления на среду обитания.

Результаты расчетов частных ($K_{\text{атм}}$, $K_{\text{вод}}$, $K_{\text{зем}}$) и интегрального критерия техногенного воздействия ($I_{\text{тн}}$) отражены в таблице 1. Анализ полученных данных позволяет проследить следующие закономерности формирования территориальных различий уровней техногенного давления на окружающую среду региона.

1. Нормированные оценки по большинству частных критериев и территориальным единицам (без учета городского округа город Воронеж, имеющего аномально высокие коэффициенты нагрузок на атмосферу и водные ресурсы) варьируют в пределах от -1,38 до +2,30, что соответствует статистическому закону «нормального распределения» и лишь в двух случаях превышают порог +3,0, что свидетельствует об экстремально высокой нагрузке в сравнении с остальными территориями. Это проявилось по коэффициенту нагрузки на водные ресурсы в двух районах с наибольшими показателями загрязненных сточных вод: +3,02 (Борисоглебский городской округ) и +3,49 (Павловский район). Между всеми частными критериями наблюдается положительная взаимная корреляция, свидетельствующая о едином механизме формирования высоких и низких уровней техногенного давления на различные среды: воздушную, водную, почвенную. Причем наибольшая достоверная корреляция наблюдается между коэффициентом эмиссионной нагрузки и коэффициентом нагрузки на водные ресурсы (коэффициент корреляции $r = +0,44$), по другим сочетаниям критериев прослеживаются слабые, но аналогичные положительные тенденции. Наибольший достоверный вклад в суммарный критерий техногенной нагрузки (рис. 1) вносит коэффициент эмиссионной нагрузки ($r = +0,77$), на втором месте – коэффициент нагрузки на водные ресурсы ($r = +0,72$), а на третьем месте – коэффициент нагрузки на земельные ресурсы ($r = +0,57$).

2. Коэффициент эмиссионной нагрузки «на территорию» наиболее велик, прежде всего, в границах городского округа город Воронеж, где он на порядок выше любого района, превышая при-

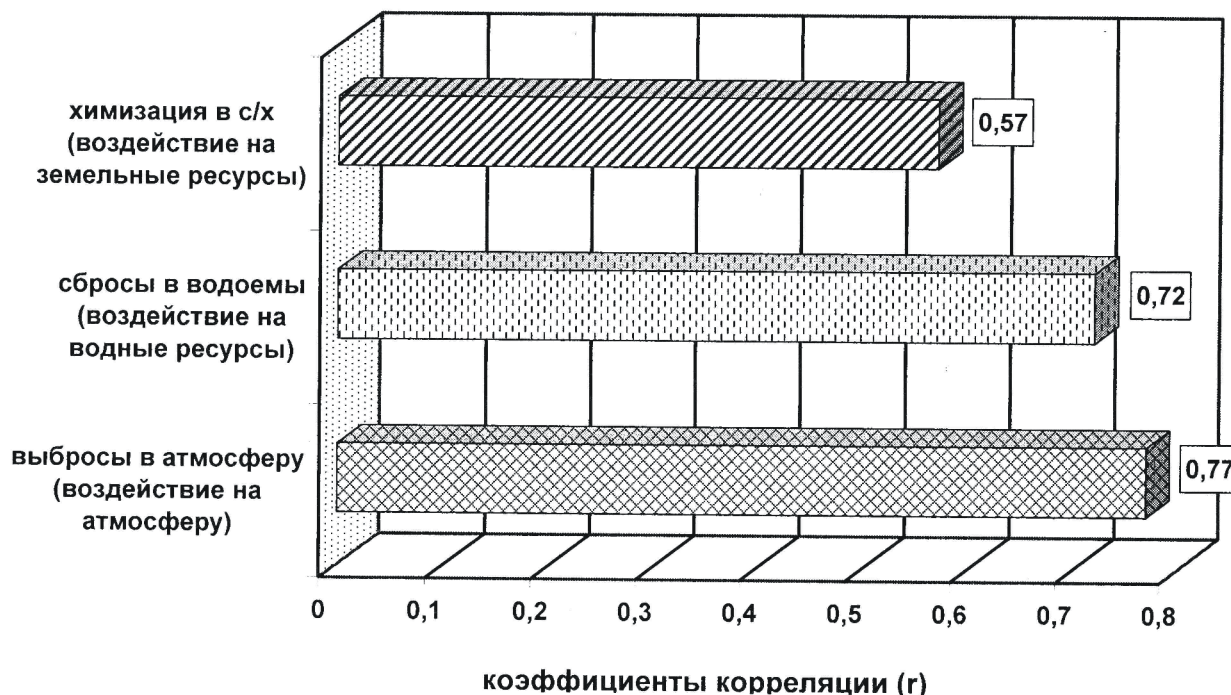


Рис. 1. Коэффициенты корреляции между частными и интегральным критерием техногенной нагрузки на окружающую среду ($I_{\text{тн}}$); без учета городского округа город Воронеж (все коэффициенты статистически достоверны)

мерно в 25 раз аналогичный показатель в Россошанском и Калачеевском районах. Этот показатель выше среднеобластного, составляющего (без учета г. Воронежа) 7,76 т/кв. км, в промышленно-развитых районах области – Калачеевском, Каширском (за счет г. Нововоронежа), Лискинском, Острогожском, Россошанском и Борисоглебском городском округе (8,40-10,94 т/кв. км). Наименьший показатель (2,18-3,73 т/кв. км) отмечается преимущественно в аграрных районах – Бобровском, Богучарском, Верхнемамонском, Воробьевском, Грибановском, Нижнедевицком, Новохоперском, Панинском, Петропавловском, Подгоренском, Репьевском, Терновском, Хохольском.

3. Нагрузка на водные ресурсы наиболее высока в Борисоглебском городском округе, Павловском и Россошанском районах области (более 20 млн. куб. м стоков в расчете на естественную водообеспеченность регионов), далее следуют Острогожский и Каменский районы (12,32-14,91 млн. куб. м). В то же время в 10 районах (Бобровский, Верхнемамонский, Воробьевский, Каширский, Новоусманский, Панинский, Подгоренский, Репьевский, Терновский, Эртильский) наблюдается практически полное отсутствие сбросов загрязненных сточных вод в открытые водоемы, а в 4 районах (Бутуриновский, Верхнехавс-

кий, Лискинский, Петропавловский) «нагрузка» минимальна (от 0,09 до 0,95 млн. куб. м).

4. Уровень химизации в сельском хозяйстве (нагрузка на земельные ресурсы) в прошедшее десятилетие был максимальным в Лискинском районе (36,2 кг/га) и высоким (более 30 кг/га пашни) в 9 районах интенсивного агропромышленного освоения, расположенных преимущественно в западном секторе области: Верхнехавском, Ольховатском, Острогожском, Панинском, Подгоренском, Рамонском, Репьевском, Россошанском, Семилукском. Минимальная химизация (8-12 кг/га пашни) наблюдалась в 6 районах области (Воробьевский, Грибановский, Новохоперский, Петропавловский, Терновский, Эртильский) и Борисоглебском городском округе, большинство которых расположено в восточном секторе области.

5. Построена карта, иллюстрирующая дифференциацию Воронежского региона по уровню техногенной нагрузки на окружающую среду по муниципальным районам и городским округам (рис. 2). Типизация территории по интегральному критерию техногенной нагрузки показывает, что территорией максимальной техногенной нагрузки является городской округ город Воронеж, резко отличающийся от других районов области высокими показателями техногенного воздействия

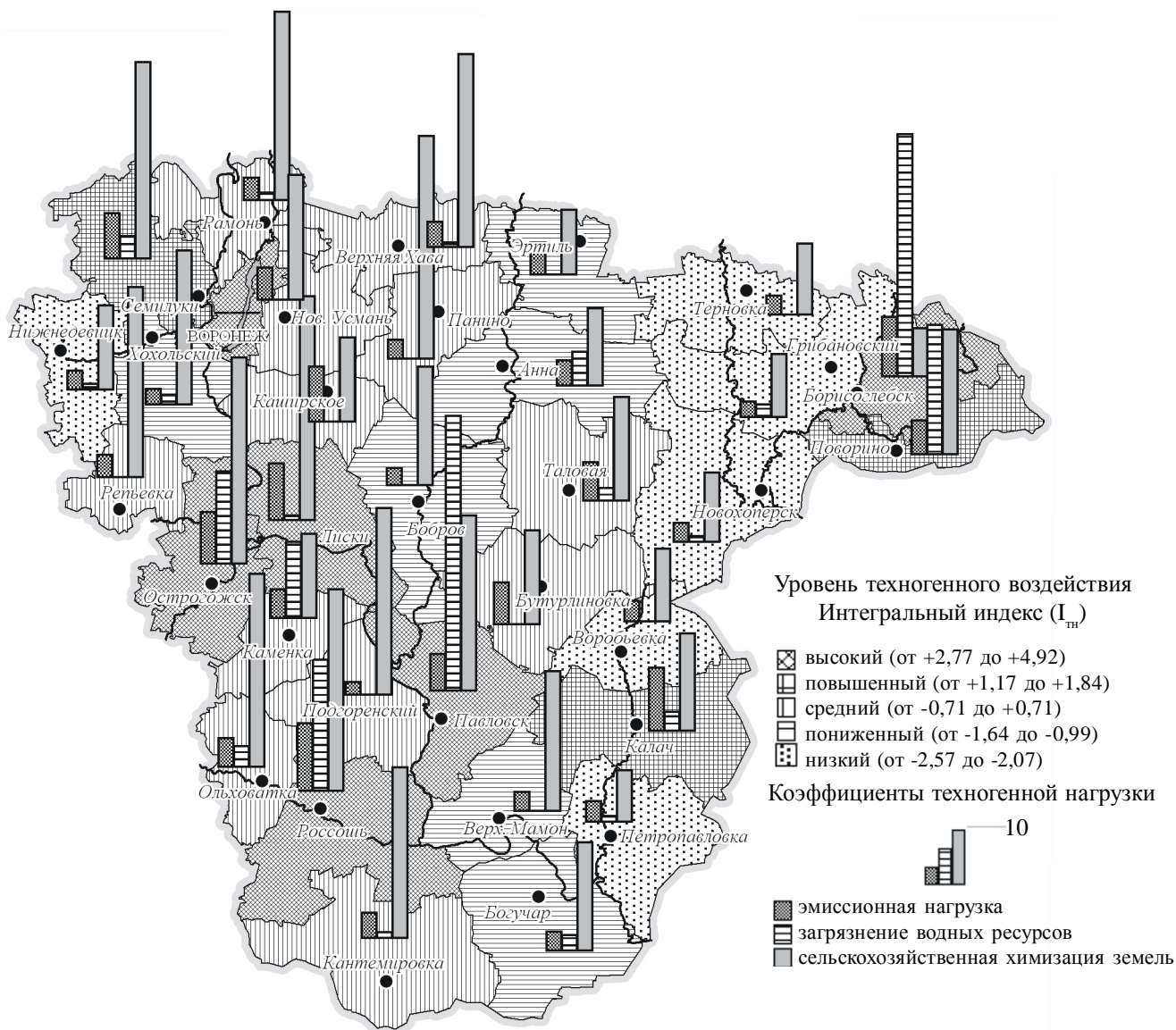


Рис. 2. Интегральная оценка уровня техногенного воздействия на среду обитания

на воздушный бассейн и водные ресурсы, осуществляющимися на весьма ограниченном пространстве. Территориями высокой техногенной нагрузки (ранг = 1; $I_{ин}$ = от +2,77 до +4,92) являются 4 муниципальных района (Острогожский, Лискинский, Павловский, Россошанский) и Борисоглебский городской округ. Эти наиболее развитые в индустриальном отношении регионы характеризуются относительно высокими критериями нагрузки на все среды (за исключением уровня химизации в Борисоглебском городском округе и коэффициента нагрузки на водные ресурсы в Лискинском районе). Ранжированный по уменьшению степени техногенной нагрузки ряд городов следующий: Воронеж – Россошь – Павловск – Острогожск – Борисоглебск – Лиски.

6. Территориями повышенной техногенной нагрузки (ранг = 2; $I_{ин}$ = от +1,17 до +1,84) являются 3 района (Калачевский, Поворинский, Семилукский). Это повышение наиболее отчетливо проявляется в Калачевском районе – по уровню эмиссионной нагрузки, в Поворинском – по объемам загрязненных стоков, а в Семилукском – по уровню сельскохозяйственной химизации земель.

7. Территории, соответствующие среднему или близкому к среднему уровню техногенной нагрузки (ранг = 3; $I_{ин}$ = от -0,71 до +0,71) тяготеют в основном к центральному и западному секторам области. Критерии воздействия здесь колеблются около средних значений, однако, на общем относительно ровном «поле значений» выделяются граничащие друг с другом Каширский (высокий ко-

Средние значения частных критериев техногенной нагрузки на среду обитания в различных типах районов

Типы районов с различным рангом ($I_{тн}$)	Количество районов и городских округов	Коэффициент эмиссионной нагрузки на атмосферу (т/год на кв.км)	Коэффициент нагрузки на водные ресурсы (млн.куб.м сбросов / млн.куб.м стока)	Коэффициент нагрузки на земельные ресурсы (кг/га пашни)
1	5 *	8,85	24,13	27,7
2	3	7,70	9,29	22,6
3	11	4,82	1,78	24,8
4	6	3,53	1,63	17,9
5	6	3,12	0,88	11,2

*) без учета территории городского округа город Воронеж.

эффицент эмиссионной нагрузки) и Панинский (высокий уровень химизации в сельском хозяйстве) районы.

8. Территориями пониженной техногенной нагрузки (ранг=4; $I_{тн}$ = от -1,64 до -0,99) являются 6 районов области (Аннинский, Бобровский, Богучарский, Верхнемамонский, Хохольский, Эртильский), которых «сближают» умеренные техногенные нагрузки практически по всем анализируемым показателям за исключением двух районов (Верхнемамонского и Хохольского), отличающихся сельхозхимизацией на уровне, превышающем среднеобластной.

9. Территория наиболее низкой техногенной нагрузки (ранг=5; $I_{тн}$ = от -2,57 до -2,07) включает западный аграрный Нижнедевицкий район и 5 районов восточного и юго-восточного секторов области (Терновский, Грибановский, Новохоперский, Воробьевский, Петропавловский). Практически по всем анализируемым критериям эти регионы характеризуются низкими уровнями воздействия на среду обитания, а минимальное воздействие характерно для Грибановского и Петропавловского районов.

Таким образом, в целом ситуация вполне закономерна: высокое техногенное давление наблюдается в областном центре и районах высокой урбанизированности, интенсивного агропромышленного воздействия, которые расположены в западном секторе области (тяготеют к «Донскому коридору» – оси перспективного планировочного развития Воронежской области) или на крайнем востоке (Борисоглебский городской округ и Поворинский район). Низкое техногенное воздействие прослеживается в ряде районов центра области (Боб-

ровский район), по большей части восточного аграрного сектора области и в западном Подворонежье, где доминирует сельскохозяйственная специализация в отраслевой структуре районных хозяйств.

Средние значения частных критериев техногенного давления на окружающую среду по административным территориям области показаны в таблице 2. Уровень техногенной нагрузки в значительной мере служит отражением индустриального и общего социального развития муниципальных районов и городских округов региона.

Результаты выполненной интегральной геоэкологической оценки могут быть полезны специалистам административно-плановых, гигиенических, природоохранительных ведомств и проектных организаций, разрабатывающих целевые программы мониторинга, охраны среды обитания, эколого-гигиенической профилактики, а также проектные материалы по территориальному планированию и региональному развитию.

Исследования проведены по грантам РФФИ (проект 08-05-00533-а) и Президента РФ для молодых ученых – кандидатов наук (проект МК-3566.2009.5).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие: учеб. пособие / Б.И. Кочуров. – М.; Смоленск: Маджента, 2003. – 384 с.
2. Куприенко В.Ю. Интегральная оценка воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду и здоровье населения Воронежской области / В.Ю. Куприенко, С.А. Куролап // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. География. Геоэкология. – 2005. – № 2. – С. 114-120.
3. Курдов А.Г. Водные ресурсы Воронежской области: формирование, антропогенное воздействие, охра-

на и расчеты. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1995. – 224 с.

4. Куролап С. А. Индикация зон экологического риска в районах интенсивного агропромышленного освоения / С. А. Куролап, В. Ю. Куприенко // Экологические

проблемы сельскохозяйственного производства. – Воронеж, 2004. – С. 338-341.

5. Тихомиров Н. П. Социально-экономические проблемы защиты природы / Н. П. Тихомиров. – М.: Экология, 1992. – 240 с.

Куролап Семен Александрович

доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (4732) 66-56-54, E-mail: kurolap@vmail.ru

Нестеров Юрий Анатольевич

кандидат географических наук, доцент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (4732) 66-56-54, E-mail: nland58@mail.ru

Епринцев Сергей Александрович

кандидат географических наук, преподаватель кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (4732) 66-56-54, E-mail: esa81@mail.ru

Kurolap Semyon Aleksandrovitch

Doctor of Geography, Professor, Head of the chair of geoecology and monitoring of environment of the Voronezh State University, Voronezh, tel. (4732) 66-56-54, E-mail: kurolap@vmail.ru

Nesterov Yuriy Anatolyevitch

Candidate of Geography, assistant professor of the chair of geoecology and monitoring of environment of the Voronezh State University, Voronezh, tel. (4732) 66-56-54, E-mail: nland58@mail.ru

Yeprintsev Sergey Aleksandrovitch

Candidate of Geography, lecturer of the chair of geoecology and monitoring of environment of the Voronezh State University, Voronezh, tel. (4732) 66-56-54, E-mail: esa81@mail.ru