

[8]. На территории г. Воронежа более широко в озеленении могут использоваться: *Sorbus x hybrida* L., *S. intermedia* (Ehrh.) Pers., *Digitalis lanata* Ehrh., *Syringa wolfii* C.K. Schneid., *Armeniaca manshurica* Skvortz., *Juniperus sabina* L. и др.

Дендропарки, ботанические сады, питомники, парки, скверы, можно более полно использовать в сохранении генофонда исчезающих местных видов и представителей Мировой флоры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валягина-Малютина Е.Т. Деревья и кустарники Средней полосы Европейской части России: Определитель / Е.Т. Валягина-Малютина. – СПб.: Спец. Лит., 1998. – 112 с.
2. Григорьевская А.Я. Флора города Воронежа / А.Я. Григорьевская. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2000. – 200 с.
3. Адвентивная флора Воронежской области: Исторический, биогеографический, экологический аспекты / А.Я. Григорьевская [и др.]. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2004. – 230 с.
4. Европейская стратегия сохранения растений. Совет Европы и “Планета Европа”. – М.: Изд-во Представительства “Всемирного Союза Охраны природы” (IUCN) для стран СНГ, 2003. – 39 с.
5. Камышев Н.С. Флора Центрального Черноземья и ее анализ / Н.С. Камышев – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1978. – 116 с.

6. Камышев Н. С. Растительный покров Воронежской области и его охрана / Н. С. Камышев, К.Ф. Хмелев. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1976. – 184 с.

7. Красная книга РСФСР (растения) / АН СССР. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 590 с.

8. Кремер Б. П. Деревья: местные и завезенные виды Европы / пер. с нем. Б.П. Кремер. – М.: Астрель; ООО АСТ, 2002. – 288 с.

9. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части СССР / П.Ф. Маевский – Л.: Колос, 1964. – 880 с.

10. Муковнина З.П. Дикорастущая флора Ботанического сада Воронежского государственного университета / З.П. Муковнина // Интродукция растений в Центральном Черноземье. – Воронеж, 1988. – С. 103-119.

11. Николаев Е. А. В царстве растений: (коллекции и экспозиции Ботанического сада им. проф. Б.М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета) / Е.А. Николаев. – Воронеж, 1977. – 128 с.

12. Харкевич С.С. Редкие виды растений советского Дальнего Востока и их охрана / С.С. Харкевич, Н.Н. Качура. – М.: Наука, 1981. – 232 с.

13. Лапин Е.Е. Редкие и исчезающие виды природной флоры СССР / Е.Е. Лапин, П.И. Гогина. – М.: Наука, 1983. – 304 с.

14. Хмелев К.Ф. Состояние и тенденции развития флоры антропогенно-трансформированных экосистем / К.Ф. Хмелев, М.А. Березуцкий // Журн. общ. биологии. – 2001. – Т. 62. – №4. – С. 339-351.

УДК 631.46:582.28

И.Д. Свистова, И.И. Корецкая, А.П. Щербаков

МИКРОБИОМОНИТОРИНГ АВТОТРАНСПОРТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЧЕРНОЗЕМА В РАЗНЫХ ТИПАХ ПРИДОРОЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ

На долю автотранспортного загрязнения в России приходится более 80% вредных выбросов в атмосферу. В отработанных газах двигателей внутреннего сгорания содержится более 170 токсичных ингредиентов, в том числе оксиды углерода, азота и серы, канцерогенные углеводороды (бензапирен), тяжелые металлы (ТМ), масла и сажа [1, 2].

При строительстве автотрасс трансформируется почвенный покров. Техногенно измененные почвы вблизи автотрассы существенно отличаются от естественных почв: они фор-

мируются на насыпных грунтах, переуплотнены, содержат включения строительных материалов. Аэрозольные выбросы углеводородов приводят к образованию гидрофобной пленки на поверхности почвы, в результате снижается промачивание почвы водой [1]. В процессе эксплуатации дорог в зимнее время их обрабатывают антигололедными смесями (хлориды калия и натрия), смывание которых талыми и дождевыми водами ведет к нарушению состава почвенно-поглощающего комплекса и структуры почвенных коллоидов [3]. В резуль-

тате усиливается диспергирование, ухудшается аэрация, снижается водоудерживающая способность, меняется режим влажности почв.

Угроза необратимой деградации почв в зоне влияния крупных автомагистралей требует проведения всесторонних мониторинговых исследований и оценки зоны автотранспортного загрязнения. Считается, что основная масса газовых выбросов оседает на расстоянии 15-20 м от дороги [1, 2]. Очевидно, что эта зона зависит от типа почвы, рельефа местности, типа придорожных экосистем (открытые, лесомелиоративные).

Чувствительным показателем контроля за нарушением функционирования почвы является биомониторинг. Микробное сообщество (МСО) наиболее чутко реагирует на изменение почвенных условий: водного режима, нарушение состава ППК, уровня загрязнения токсикантами [4, 5]. Большинство работ по реакции МСО почвы на антропогенные воздействия проводят в лабораторных условиях, на модельных системах. Показано, что типичной реакцией МСО является нарушение соотношения бактериальных и мицелиальных форм, эколого-трофической и видовой структуры, рост фитотоксикоза почвы [4, 5]. Нарушение структуры МСО в условиях интенсивной антропогенной нагрузки может привести к изменению направленности круговорота биогенных элементов и утрате экологических функций почвы [6]. Токсины микроорганизмов, накапливаясь в пищевых цепях почва – растения – животные – человек, могут вызывать отравления человека и животных [4].

Ниже представлены результаты, полученные при исследовании зоны загрязнения почвы выбросами автотранспорта вдоль автомагистрали федерального значения «Дон» в разных типах придорожных экосистем и на разных элементах рельефа с помощью микробиологического мониторинга.

Объектом исследования являлся чернозем выщелоченный среднегумусный среднесуглинистый. Пробы почвы отбирали из слоя 0-20 см на отрезке автомагистрали «Дон» 485-490 км (поворот на р.п. Рамонь), на разных элементах рельефа в открытых придорожных аг-

розкосистемах (ПАЭС) на расстоянии 10, 50 и 100 м от полотна дороги, а также перед и за лесополосой продуваемого типа (10 и 30 м от трассы) в лесомелиоративных ПАЭС.

Численность эколого-трофических групп почвенной микрофлоры подсчитывали методом высева на селективные питательные среды [7]. Рассчитывали показатели структуры МСО [8]: коэффициент иммобилизации азота $K_{\text{имм}} = [\text{иммобилизаторы азота}] / [\text{аммонификаторы}]$, коэффициент олиготрофности $K_{\text{олиг.}} = [\text{олигонитрофилы}] / [\text{аммонификаторы}]$, а также соотношение мицелиальных форм [грибы] / [актиномицеты]. Видовую структуру почвенных грибов (микромикетов) определяли по показателям пространственной и временной встречаемости. Видовую идентификацию изолятов контролировали на кафедре ботаники низших растений МГУ. Все микробиологические показатели определяли в динамике по сезону в течении 3-х лет.

Эмиссию CO_2 почвой и потенциальную активность азотфиксации определяли газохроматографическим методом [7]. Фитотоксичность почвы определяли методом биотестов. Использовали нативную почву, а также для усиления роста микроорганизмов инициировали на поверхности почвы развитие микробного сообщества с помощью накопления крахмала (метод ИМС) [7].

Для обследованного участка автомагистрали «Дон» характерно интенсивное движение автотранспорта: в среднем за 2002 г. зарегистрирован проезд 10769 автомобилей/сутки, из них 5339 легковых, 361 автобусов, 5069 грузовых (в том числе 659 автопоездов).

В черноземе накопление ТМ наблюдается только в верхнем слое почвы. Почва относится к категории среднезагрязненной, на расстоянии 100 м – слабозагрязненной. Как показано нами ранее [9], превышение ПДК на ровном рельефе местности обнаружено только для Pb (в 1,3 раза) и Cd (в 1,2 раза) на 10-метровом удалении от трассы, а на пониженном рельефе в результате стока осевших пылевых частиц с полотна дороги с талыми и дождевыми водами содержание подвижных форм этих ТМ

Микробиомониторинг автотранспортного загрязнения чернозема в разных типах придорожных экосистем

превышало ПДК на расстоянии 10 м в 1,3-1,5 раза, на расстоянии 50 м – в 1,2-1,3 раза.

Для всех эколого-трофических групп почвенной микрофлоры обнаружено закономерное снижение численности по мере приближения к полотну автотрассы (таблица 1). Наиболее значительными были различия летом в период иссушения почвы. В качестве фоновой была выбрана точка отбора на расстоянии 100 м от трассы в открытой ПАЭС на ровном рельефе. Степень снижения численности (антропоотолерантность) разных групп МСО заметно варьировала.

Наиболее чувствительными были бактерии-иммобилизаторы азота (их численность снижалась по сравнению с фоном в 4-4,5 раза на ровном рельефе и в 5,8-6,3 раза на участках понижения) и грибы (снижение соответственно в 2,5-3 и в 3-4 раза). Содержание азотобактера (в процентах обрастания почвенных комочков) падало практически до нуля у кромки дороги. Более устойчивыми были бактерии-аммонификаторы, олигонитрофилы и актиномицеты, их численность у автотрассы снижалась в 1,5-2 раза по сравнению с фоном.

Наиболее резкое угнетение микрофлоры всех эколого-трофических групп наблюдали в

открытых ПАЭС на рельефе понижения. Численность микроорганизмов не достигала фоновому уровню даже на расстоянии 100 м. Для устойчивых групп почвенной микрофлоры рост численности по мере удаления от автотрассы аналогичен динамике на ровном рельефе, в то время как для более чувствительных групп наблюдали отставание роста численности на участках понижения. Так, содержание азотобактера на расстоянии 50 м практически не возросло, а на расстоянии 100 м составляло только 15% фонового уровня.

Лесомелиоративные ПАЭС оказались наилучшим барьером для аэротехногенных выбросов автотранспорта, уже на расстоянии 30 м от полотна дороги за лесополосой численность всех групп почвенной микрофлоры не отличалась от фонового уровня.

Различия в антропоотолерантности эколого-трофических групп почвенной микрофлоры привели к нарушению структуры МСО. Если $K_{\text{олиг.}}$ и соотношение мицелиальных микроорганизмов были постоянными во всех точках отбора, то $K_{\text{имм.}}$ у полотна дороги (1,4-1,6) оказался значительно ниже фоновых значений (3,1-3,7), причем на рельефе понижения – до 50 м от автотрассы. Снижение иммобилизации

Таблица 1
Эколого-трофическая структура микробного сообщества чернозема в разных типах ПАЭС (июнь)

Расстояние от трассы, м	Бактерии, млн./г			$K_{\text{имм.}}$	$K_{\text{олиг.}}$	Мицелиальные формы		Грибы / актиномицеты
	аммонификаторы	иммобилизаторы азота	олигонитрофилы			грибы, тыс./г	актиномицеты, млн./г	
Ровный рельеф								
10	3,6	5,8	5,1	1,6	1,4	1	0,6	0,02
50	7,1	19,2	7,9	2,7	1,0	26	2,6	0,01
100	7,9	24,5	12,6	3,1	1,6	30	3,0	0,01
Пониженный рельеф								
10	2,7	3,8	5,2	1,4	1,9	7	0,2	0,03
50	6,3	10,1	9,5	1,6	1,5	7	0,4	0,02
100	6,0	22,1	10,2	3,7	1,7	23	2,4	0,01
Закрытые ПАЭС								
10	1,6	2,6	2,4	1,7	1,5	11	1,2	0,01
30	7,0	24,8	13,9	3,2	1,8	34	1,9	0,02

минерального азота в биомассе почвенных микроорганизмов приведет к негативным последствиям в экосистемах: снижению содержания почвенного органического вещества, деградации гумуса, изменению напряженности звеньев круговорота азота.

Активность почвенной микрофлоры оценивали по эмиссии CO_2 почвы и потенциальной активности азотфиксации (рис.). Биологическая активность почвы была снижена у полотна дороги значительно сильнее: эмиссия CO_2 – в 3-3,5 раза, потенциальная активность азотфиксации – в 20 раз. На пониженном рельефе на 100-метровом удалении азотфиксация достигала только 12% фона. Следовательно, фи-

зиологическая активность микроорганизмов была ингибирована значительно сильнее, чем их численность.

Снижение биоразнообразия МСО в зоне влияния автомагистрали продемонстрировано на примере почвенных микромицетов (таблица 2). Суммарная плотность (доля) типичных видов грибов у кромки дороги возрастала с 43% до 77-81% за счет элиминирования редких и случайных видов. Эта тенденция («концентрация доминирования») может привести к потере устойчивости МСО техногенно измененного чернозема вблизи автотрассы [4].

Изменяется видовой состав МСО. Некоторые виды грибов, типичные для фона, перехо-

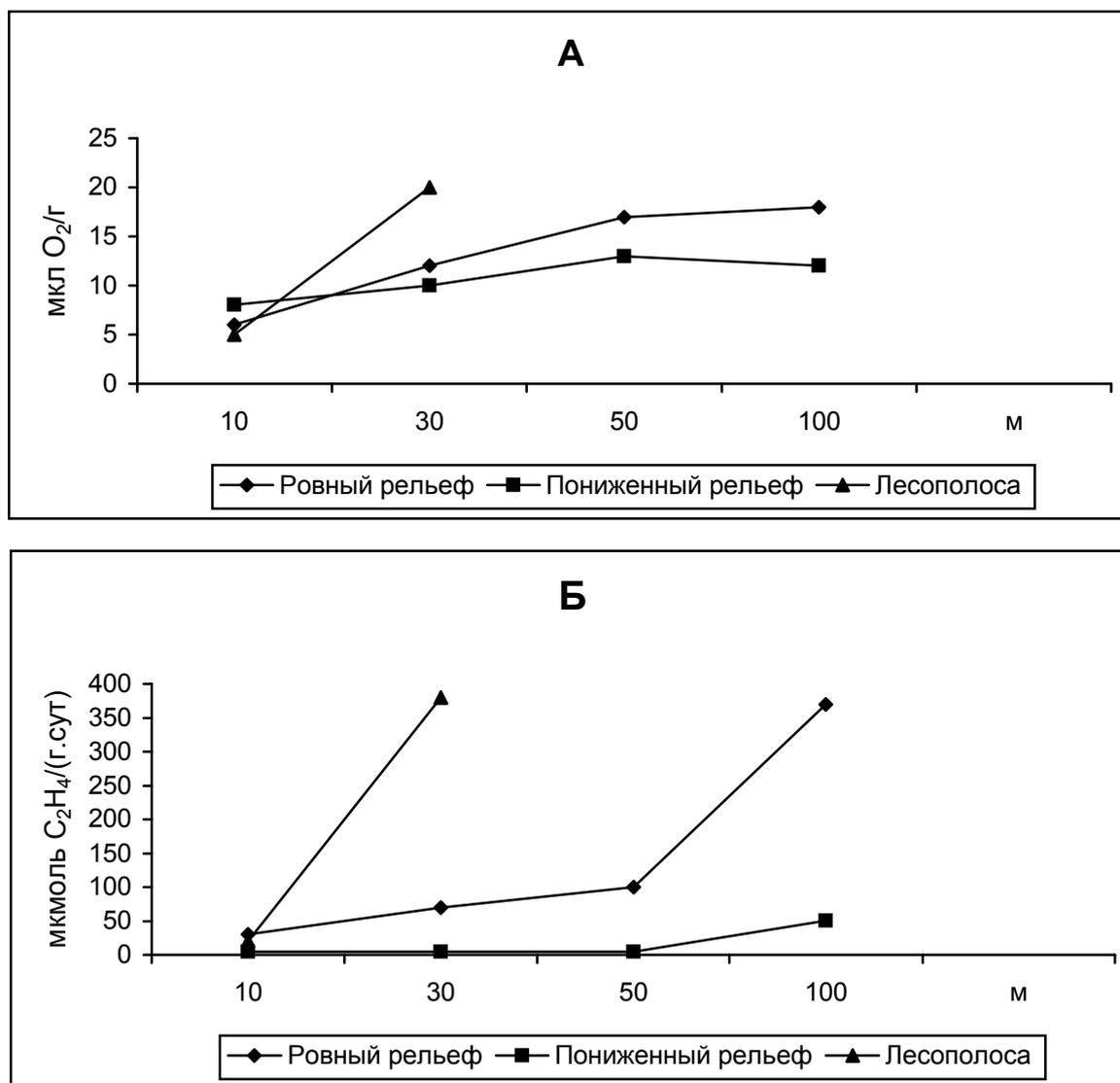


Рис. Биологическая активность почвы:

А – интенсивность выделения CO_2 ; Б – потенциальная активность азотфиксации

Микробиомониторинг автотранспортного загрязнения чернозема в разных типах придорожных экосистем

дили в ранг редких или случайных у полотна дороги, в то же время появлялись новые виды грибов, нехарактерные для почв естественно-го сложения. Коэффициент сходства в точках отбора на 10- и 100- метровом удалении от автотрассы составлял лишь 0,44-0,65. На пониженном рельефе снижено количество общих видов грибов, а различия в МСО проявляются на уровне доминантов.

Все типичные виды микромицетов разделены нами на три группы (таблица 3): 1) виды, чувствительные к антропогенной нагрузке (доминируют на расстоянии 100 м, но исчезают у полотна дороги), 2) устойчивые виды (частота их встречаемости не меняется) и 3) виды, индикаторные на загрязнение (ранг доминирования резко возрастает вблизи автотрассы).

К первой группе относятся грибы-фитопатогены *Botrytis cinerea* и виды рода *Fusarium*, а также грибы, развивающиеся на растительных остатках, – *Rhizopus stolonifer* и *Chaetomium* sp. Вероятно, снижение частоты встречаемости этих видов связано с угнетением роста и развития растений в придорожной зоне. На пониженном рельефе вид *B. cinerea* исчезает даже на 100-метровом удалении.

Ко второй группе относятся эвритопные виды (с широким экологическим диапазоном). Однако, на рельефе понижения наблюдали некоторые изменения состава: вид *Alternaria tenuis* переходил из доминантов в ранг часто встречающихся, эпифит *Cladosporium herbarum* исключался из устойчивых видов и переходил в группу чувствительных видов, появлялись новые виды *P. notatum* и *T. harzianum*.

Наибольший интерес для мониторинговых исследований представляет третья группа видов. Эти виды, нетипичные или редко встречающиеся в фоновом черноземе, переходили в ранг часто встречающихся в техногенно измененных почвах в зоне влияния автотрассы. К ним относятся пенициллы *P. funiculosum*, *P. terlikowskii*, *P. rugulosum*, аспергиллы *A. terreus*, *A. ochraceus*, *A. fumigatus*, а также *Paecilomyces farinosum*. На участках пониженного рельефа количество таких видов возрастало, а *P. funiculosum* и *A. terreus* становились доминирующими.

Одни виды устойчивых к загрязнению грибов содержат темные пигменты, которые обладают антиоксидантными свойствами, обес-

Таблица 2
Показатели видовой структуры комплекса микромицетов чернозема на разных элементах рельефа (июнь)

Показатели	В точках отбора		Общие	Ксходства 10м - 100м
	100 м	10 м.		
Ровный рельеф				
Количество видов	13	14	9	
Из них:				
доминанты	6	6	6	
часто встречающиеся	7	8	3	
Плотность типичных видов, %	43	77		0,65
Пониженный рельеф				
Количество видов	11	14	7	
Из них:				
доминанты	5	6	4	
часто встречающиеся	6	8	3	
Плотность типичных видов, %	56	81		0,44

Видовая структура комплекса микромицетов чернозема (июнь)

Ранг видов	Общие виды	Встречаются только в точках отбора проб	
		100 м	10 м
Ровный рельеф			
Доминанты	Penicillium tardum P. expansum* Aspergillus ustus* Trichoderma koningii* Alternaria tenuis** Cladosporium herbarum**		
Часто встречающиеся		Botrytis cinerea Fusarium spp. Rhizopus stolonifer Chaetomium sp.	P. funiculosum* P. terlikowskii** P. rugulosum* Paecilomyces farinosum* A. terreus*
Пониженный рельеф			
Доминанты	P. tardum P. expansum* A. ustus* T. koningii*	Cl. herbarum**	P. funiculosum* A. terreus*
Часто встречающиеся	Alt. tenuis** P. notatum* T. harzianum*	F. spp. Rh. stolonifer Ch. sp.	P. terlikowskii* P. rugulosum* Paec. farinosum* A. ochraceus* A. fumigatus*

* – токсинообразующие виды, ** – темнопигментированные виды.

печивают защиту от неблагоприятных абиотических факторов (иссушения, повышенной инсоляции и радиоактивности) [10]. Другие устойчивые виды, а также индикаторные на загрязнение виды обладают способностью к синтезу токсинов с антибиотическим, фунгицидным, фито- и зоотоксическим действием [11, 12]. Вероятно, именно эти особенности метаболизма позволяют данным видам выигрывать обостряющуюся в условиях техногенного загрязнения конкурентную борьбу с остальными видами грибов (так называемое «метаболическое регулирование»). Виды третьей группы могут быть рекомендованы для биоиндикации степени автотранспортного загрязнения чернозема.

Фитотоксические свойства почвы представлены в таблице 4. В фоновом варианте для нативной почвы летом наблюдали стимулирую-

ющий эффект. Формирование ИМС усиливало рост микроорганизмов, при этом фитотоксичность возрастала до 10-14%, что указывает на важный вклад микроорганизмов в развитие фитотоксикоза почвы. На расстоянии 10 м от дороги фитотоксичность в 10-15 раз превышала контрольный уровень для нативной почвы и в 3-5 раз для ИМС, фитотоксикоз почвы сохранялся до расстояния 50 м от трассы. На пониженном рельефе местности фитотоксичность почвы 8-12% определяли и на 100-метровом удалении. В закрытых ПАЭС за лесополосой на расстоянии 30 м от автотрассы токсические эффекты почвы отсутствовали.

ВЫВОДЫ

1. В процессе строительства и эксплуатации автотрасс черноземные почвы подвергаются деградации. В результате нарушения структуры почвы, воздушного и водного режи-

Таблица 4

Фитотоксичность почвы *в разных придорожных экосистемах в динамике по сезону

Срок отбора	Метод определения	Открытые ПАЭС						Закрытые ПАЭС	
		Ровный рельеф			Пониженный рельеф			10 м	30 м
		10 м	50 м	100 м	10 м	50 м	100 м		
Июнь	Нативная почва	31	12	+6**	24	19	8	26	+5
	ИМС	35	20	10	36	24	10	40	4
Август	Нативная почва	40	20	+2	35	24	11	38	+2
	ИМС	48	32	14	47	35	20	49	10
Октябрь	Нативная почва	31	22	3	23	18	12	30	+2
	ИМС	40	37	10	30	30	17	38	6

* выражена в % ингибирования роста корней проростков, тест-растение редис.

** стимулирующий эффект

ма, загрязнения ТМ и нефтепродуктами нарушается структура и функционирование МСО почвы. Чувствительность микроорганизмов к загрязнению ТМ превышает уровень ПДК. Микробиомониторинг может использоваться для оценки зоны загрязнения вблизи автотрасс. Наиболее информативными параметрами мониторинга может служить $K_{имм.}$, а также численность и выявленные виды почвенных грибов.

2. Обнаружено снижение иммобилизационных процессов в техногенно измененном черноземе, что может привести к дальнейшей дегумификации, нарушению звеньев круговорота биогенных элементов и утрате экологических функций почвы.

3. Снижается численность и биоразнообразие МСО чернозема, доминируют токсичные виды грибов. Такие нарушения характерны для «зоны стресса» и даже для «зоны резистентности» по градации реакции МСО на антропогенные нагрузки [5]. Накопление токсичных микромицетов и рост фитотоксикоза почвы вблизи автотрасс представляет угрозу для человека, необходимо привлечь к этой проблеме внимание специалистов в области медицинской и санитарной микробиологии.

4. Наиболее ярко проявляются изменения МСО в открытых ПАЭС на рельефе понижения. Для снижения негативных последствий автотранспортного загрязнения черноземных

почв необходимо исключить из сельскохозяйственного использования зоны до 50 м на ровном рельефе и не менее 100 м на участках понижения. Лесополосы служат эффективным барьером распространения вредных выбросов автотранспорта.

Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ № 03-04-48-409.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобильные дороги в экологических системах. Проблемы взаимодействия / Д.Н. Кавтарадзе [и др.]. – М.: ГЕОС, 1999. – 240 с.
2. Экологическая безопасность автомобильного транспорта / под ред. Ю.С. Козлова, В.П. Меньшовой, И.А. Святкина. – М.: РЕФИА, 2002 – 175 с.
3. Противогололедные реагенты и их влияние на природную среду / Л.Ф. Николаева [и др.]. – М.: ГЕОС, 1999. – 60 с.
4. Марфенина О.Е. Микробиологические аспекты охраны почв / О.Е. Марфенина. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 118 с.
5. Гузев В.С. Техногенные изменения сообщества почвенных микроорганизмов / В.С. Гузев, С.В. Левин // Перспективы развития почвенной биологии. – М., 2001. – С. 178-219.
6. Добровольский Г.В. Функции почв в биосфере и экосистемах / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Наука, 1990. – 260 с.
7. Методы почвенной биохимии и микробиологии / под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 240 с.
8. Андреюк Е. И. Почвенные микроорганизмы и интенсивное земледелие / Е.И. Андреюк, Г.А. Иутинская, А. Н. Дульгеров. – Киев: Наукова думка, 1998. – 215 с.
9. Щербаков А.П. Биомониторинг загрязнения почвы газовыми выбросами автотранспорта / А.П. Щербаков, И.Д. Свистова, Х.А. Джувеликян // Экология и промышленность России. – 2001. – № 3. – С. 26-29.

В.Ю. Куприенко, С.А. Куролап

10. Жданова Н.Н. Меланинсодержащие грибы в экстремальных условиях / Н.Н. Жданова, А.И. Василевская. – Киев: Наукова думка, 1988. – 207 с.

11. Мирчинк Т.Г. Почвенная микология / Т.Г. Мирчинк. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 220 с.

12. Билай В.И. Основы общей микологии / В.И. Билай. – Киев: Выща школа, 1989. – 392 с.

УДК 574.203(470.324)

В.Ю. Куприенко, С.А. Куролап

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Воронежская область – регион интенсивного агропромышленного освоения, где проблемы оценки качества окружающей среды и факторов, формирующих общественное здоровье, важны и актуальны. На рубеже XX-XXI веков обострились многие экологические, социальные и демографические проблемы, связанные с деградацией природно-ресурсного потенциала, падением эффективности экологического контроля, снижением уровня здоровья населения в условиях углубляющейся депопуляции. Негативные социально-экологические тенденции последних лет определяют необходимость выявления и снижения неблагоприятного эффекта воздействия хозяйственной деятельности на население и среду обитания региона, что служит основой экологической политики и устойчивого эколого-экономического развития региона в целом.

Целью настоящего исследования является интегральная оценка качественных и количественных параметров природных условий и воздействия хозяйственной деятельности на среду обитания и здоровье населения Воронежской области.

Для решения данной задачи нами предложена следующая методическая схема.

Первый этап интегральной оценки – формирование базы данных по окружающей среде и здоровью населения. С этой целью создана оригинальная геоинформационная система (ГИС) «Геоэкология Воронежского региона», основой которой служит автоматизированная

база данных «Геоэкологические показатели Воронежской области», зарегистрированная в НТЦ «Информрегистр» и включенная в каталог баз данных России (№ 0220409806 от 07.09.2004), а также программно-аналитический инструментарий геоэкологического картографирования. Созданная ГИС уникальна для Воронежской области и не имеет аналогов, причем, в ней впервые собрана информация не только по окружающей среде, но и по здоровью населения для преодоления ведомственного барьера между отраслевыми природоохранительными и медико-статистическими ведомствами [4, 5, 6].

База геоэкологических данных создана в среде MS EXCEL 7.0 и имеет следующую блочно-иерархическую структуру.

1. *Характеристики природных условий* – около 250 формализованных физико-географических показателей о распространении геологических пород различной литологии и возраста, интенсивности гравитационных и магнитных полей; высотности и степени эрозионной расчлененности рельефа, его закарстованности, наличии оползневых явлений; климатические параметры, в том числе метеорологические характеристики, определяющие метеорологический потенциал и степень естественного самоочищения атмосферы; эколого-гидрологические данные о влагообеспеченности территории, степени защищенности подземных вод от загрязнения; почвенно-геохимические данные, в том числе о содержании ряда