



УДК 631.46

## Эколого-микробиологическая и биохимическая характеристика почвенного покрова в условиях аэротехногенного загрязнения

Е. В. Напрасникова,<sup>1</sup> А. П. Макарова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, Иркутск

<sup>2</sup> Иркутский государственный университет, Иркутск

E-mail: [napev@irigs.irk.ru](mailto:napev@irigs.irk.ru)

**Аннотация.** Проведён анализ экспериментальных данных по изучению эколого-микробиологических и биохимических особенностей почвенного покрова под влиянием выбросов алюминиевых заводов Восточной Сибири. Установлено, что в антропогенно-преобразованной дерновой лесной почве подтайги под влиянием водорастворимой формы фтора (10–20 ПДК в слое 0–10 см) наибольшее угнетение испытывают актиномицеты и хемоорганотрофные неспорообразующие эубактерии. В малогумусном чернозёме степи под действием фтора (1–4 ПДК в слое 0–10 см) наблюдается снижение уровня биохимической активности.

**Ключевые слова:** почвенный покров, аэротехногенные выбросы, микробоценозы, биохимическая активность.

### Введение

Почвы в условиях выраженного техногенного воздействия на окружающую среду представляют собой первоочередные объекты исследования, поскольку являются неотъемлемым и незаменимым компонентом биосферы. Проблема техногенного загрязнения почв и экосистем в целом уже давно привлекает внимание широкого круга исследователей [2; 6; 8–10; 12; 14; 18; 19]. При этом важно учитывать огромную роль микробного звена – самого большого по массе и энергии в почвенной биоте. Контроль качества окружающей среды по биологическим объектам в настоящее время признан актуальным экологически ориентированным научным подходом.

В. И. Вернадский [3] в своём учении о биосфере и предложенном понятии о «живом веществе» подчёркивал большую функциональную роль жизнедеятельности микроорганизмов, в том числе в обеспечении метаболического равновесия в природе. Ещё в начале прошлого столетия В. Л. Омелянский [16] привлёк внимание исследователей к микроорганизмам как тонким индикаторам свойств субстрата, в котором они размножаются. Эта идея легла в основу методических приёмов с использованием микроорганизмов в аналитических целях. Способность микроорганизмов отражать экологические условия среды представляет методическую основу их использования в качестве биоиндикаторов (биотестов).

Цель настоящей работы заключалась в оценке влияния мощного техногенного загрязнения алюминиевой промышленности на микробиоту и биохимическую активность почв, развитых в условиях подтаёжных и степных ландшафтов.

### Материалы и методы

Объектами детального исследования служили почвы городов (Шелехов, Саяногорск) и сопредельных территорий в зоне воздействия эмиссий алюминиевых заводов – Иркутского (ОАО «ИрКАЗ-РУСАЛ») и Саяногорского (САЗ) соответственно.

Город Шелехов находится на юге Иркутско-Черемховской равнины в 20 км к юго-западу от г. Иркутска. Климат резко континентальный с холодной и продолжительной зимой, тёплым, но коротким летом. Средняя температура июля +18 °С, января -25 °С. Количество атмосферных осадков варьирует от 340 до 739 мм в год. Согласно данным И. А. Белозерцевой [2], в зоне влияния ИрКАЗа преобладают антропогенно-преобразованные дерновые лесные почвы с маломощным гумусовым горизонтом и морфологически недифференцированным профилем. Содержание водорастворимой формы фтора в этих почвах велико и отмечается на уровне 10–20 ПДК (слой 0–10 см) на расстоянии 0,5 км от завода. С удалением от завода и вниз по почвенному профилю содержание фтора резко снижается. В окрестностях г. Шелехова и ИрКАЗа распространены равнинные подтаёжные

сосновые травяно-злаковые леса, таёжные сосновые и сосново-лиственничные травяные леса.

В 2000 г. город был включён в приоритетный список городов России с наибольшим уровнем загрязнения воздуха. Этому способствует его расположение в котловине, откуда очень трудно удаляются аэротехногенные выбросы алюминиевого завода. По данным Л. А. Хавиной [20], в атмосфере над ИркАЗом обнаружены около 200 соединений, в том числе бенз(а)пирен, формальдегид, хлорметан, диоксид азота, фтористый водород, твёрдые фториды, окислы кремния. Автор отмечает, что среди городов Иркутской области Шелехов занимает ведущее место по онкологическим заболеваниям.

Город Саяногорск расположен в южной части Минусинской котловины Красноярского края в 16 км от Саяногорского алюминиевого завода. На полную мощность завод работает с 1999 г. Климат территории резко континентальный с холодной малоснежной зимой и умеренно-тёплым засушливым летом. Средняя температура июля +18 °С, января -16,5 °С. Количество атмосферных осадков варьирует от 350 до 400 мм в год.

Почвенный покров древней аллювиальной равнины в зоне влияния завода представлен средне- и легкосуглинистыми малогумусными южными чернозёмами. Мощность почвенного профиля составляет 30–40 см, реже до 80. Степи Минусинской котловины относятся к енисейским настоящим тырсовым степям. По данным Н. Д. Давыдовой [9], специфическими элементами выбросов САЗа, загрязняющими почвенные растворы, также являются фтор и натрий. Уровень содержания водорастворимого фтора в почвах зоны воздействия пылегазовых эмиссий САЗа находится в пределах 1–4 ПДК. Такие почвы относятся к техногенно загрязнённым. Необходимо отметить, что почвенный покров изучаемых территорий находится в модуле постоянного техногенного загрязнения, которое распространяется на большие площади.

Отбор почвенных образцов для анализов осуществлялся с площадок размером 25 м<sup>2</sup> с глубины 0–10 см в соответствии с методическими указаниями [7]. Из 10–15 отдельных проб готовился смешанный образец, в случае урбанозёмов удалялся мусор и прочие включения. Санитарно-микробиологическую оценку проводили по общепринятым методикам [5; 13]. При идентификации микроорганизмов различных таксономических групп использовали

определители бактерий, актиномицетов, микроскопических грибов соответственно [4; 11; 17]. Определение биохимической активности изучаемых почв выполнялось экспресс-методом по Т. В. Аристовской и М. В. Чугуновой [1]. Сущность данного метода состоит в определении скорости (в часах) изменения рН от выделяемого аммиака при разложении карбамида (мочевины), как суммарного результата биохимической деятельности почвенной микрофлоры (чем меньше количество часов, регистрирующих скорость реакции, тем большей считается биологическая активность почв). С помощью этого метода можно получить достаточно достоверные сведения о самоочищающей способности почв, особенно если речь идёт о территориях, находящихся под воздействием урбанизации и техногенеза. Щелочно-кислотные показатели регистрировались потенциометрическим методом.

### *Результаты и обсуждение*

Проведённые исследования показали, что в почвенном покрове г. Шелехова количество аммонифицирующих эубактерий колеблется от 0,3 до 0,94 млн КОЕ/г почвы в селитебной зоне. Значительно меньше их обнаружено в промышленной (от 0,07 до 0,18 млн КОЕ/г), в то же время в контрольной зональной почве численность этой группы достигает 2,1 млн КОЕ/г (табл. 1). Результаты свидетельствуют об угнетении численности аммонифицирующих хемоорганотрофных бактерий под влиянием приоритетного загрязнителя фтористого водорода даже в селитебной зоне, для которой характерен привнос большого количества органических веществ антропогенного происхождения. Такую тенденцию подтверждают и данные, полученные нами при исследовании почвенного покрова областного центра г. Иркутска. Здесь показатели численности аммонификаторов высокие [15].

Качественный состав хемоорганотрофных эубактерий представлен в основном бациллами и псевдомонадами. Кокковидные формы встречаются редко. Эти данные свидетельствуют о низком биоразнообразии бактериальной составляющей. Актиномицеты оказались наиболее чувствительными к аэротехногенным выбросам ИркАЗа (см. табл. 1). Их численность в селитебной зоне колеблется от 0,01 до 0,06 млн КОЕ/г и значительно уступает показателям контрольной почвы, где выявлено 0,79 млн КОЕ/г.

Таблица 1

Численность микроорганизмов в почвенном покрове г. Шелехова и сопредельных территорий (млн КОЕ /г почвы)

№ точки отбора проб	Эубактерии		Актиномицеты	Микромицеты	Коэффициент минерализации
	Хемоорганотрофные	Усваивающие минеральные источники азота			
Селитебная зона					
1	0,43	0,65	0,06	0,001	1,51
2	0,94	0,30	0,01	0,06	0,32
3	0,30	0,60	0,03	0,08	2,0
4	0,81	0,62	0,04	0,004	0,76
5*	0,52	1,4	0,06	0,005	2,70
Промышленная					
6	0,18	2,3	0,005	0,05	12,7
7	0,07	0,66	0,002	0,006	12,0
Аграрная					
8	0,58	1,20	0,3	0,07	2,1
9	0,80	1,50	0,4	0,08	1,87
Контрольная (дерновая лесная почва)					
10	2,1	1,30	0,79	0,08	0,62

Примечание: \* – частный сектор.

В промышленной зоне их численность на порядок меньше, что говорит о высокой чувствительности данной систематической группы к воздействиям техногенных выбросов. Биоразнообразии актиномицетов низкое и представлено родом *Streptomyces*, секциями *Albus* и *Cinereus*. Численность микромицетов, выявленная на среде Чапека, также невысока, однако разнообразие заметно больше, чем актиномицетов, что не противоречит их экологической сущности. Доминируют в почвенном покрове г. Шелехова толерантные к нейтральным и слабощелочным значениям pH микроскопические плесневые грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Cladosporium*, *Scopulariopsis*. В то же время в зональной почве (контрольный образец), кроме вышеуказанных, обнаружены роды *Curvularia*, *Verticilium*, *Alternaria*, *Mycogone*, *Fusarium*, *Mucor*. Хорошо известно, что метод прямого микроскопирования микромицетов показывает преобладание их биомассы над бактериальной, а большее разнообразие свидетельствует о высокой устойчивости в условиях техногенеза.

В данной работе должное внимание было уделено количественно-качественному составу санитарно-показательных бактерий (БГКП) в почвах. Из таблицы 2 видно, что титр колиформных бактерий не превышал 0,1 в селитебной зоне, а коли-индекс (количество колиформных бактерий в 1 г почвы) составлял 20,0–35,0. В промышленной зоне колиформные

бактерии не обнаружены. Следовательно, почвенный покров г. Шелехова по данному показателю можно оценить как чистый или слабо загрязненный. Этот факт мы связываем не только с развитой санитарной культурой или высоким уровнем санитарно-гигиенических мероприятий и даже не с самоочищающей способностью почв, а главным образом с ингибирующим действием приоритетного загрязнителя выбросов алюминиевого завода – фторидов (10–20 ПДК) на неспоровые хемоорганотрофные бактерии как наиболее уязвимую часть микробоценозов.

Результаты аналогичных исследований в г. Саяногорске (табл. 3), показали, что численность аммонифицирующих эубактерий значительно выше, чем в почвенном покрове г. Шелехова. Можно отметить, что почвы селитебной зоны г. Саяногорска, также как и зоны рекреационной, характеризуются высокой численностью аммонифицирующих бактерий, при этом незначительно уступают показателям контрольной почвы. В промышленной зоне численность аммонифицирующих эубактерий чрезвычайно мала. Качественный состав бактерий имеет заметное сходство, так как представлен в основном бациллами и псевдомонадами. Численность бактерий, усваивающих минеральные источники азота, несколько выше в г. Саяногорске, что не противоречит особенностям почвенных условий степного ландшафта для данной группы микроорганизмов.

Таблица 2

Санитарно-микробиологическая оценка  
почвенного покрова г. Шелехова и сопредельных территорий

№ точки отбора проб	Колиформные бактерии		Содержание видов санитарно-показательных бактерий, %			Оценка санитарного состояния почвы
	Титр	Индекс	<i>E. coli</i>	<i>Ent. aerogenes</i>	<i>C. freundii</i>	
Селитебная зона						
1	0,1	20,0	10	40	60	слабо загрязнённая
2	0,1	20,0	0	30	70	слабо загрязнённая
3	0,1	30,0	10	30	60	слабо загрязнённая
4	0,1	35,0	0	40	60	слабо загрязнённая
5*	0,1	50,0	10	40	50	слабо загрязнённая
Промышленная						
6	н/о	н/о	0	0	0	чистая
7	н/о	н/о	0	0	0	чистая
Аграрная						
8	н/о	н/о	0	0	0	чистая
9	н/о	н/о	0	0	0	чистая
Контрольная (дерновая лесная почва)						
10	н/о	н/о	0	0	0	чистая

Примечание: \* – частный сектор.

Таблица 3

Численность микроорганизмов в почвенном покрове  
г. Саяногорска и сопредельных территорий (млн КОЕ /г почвы)

№ точки отбора проб	Эубактерии		Актиномицеты	Микромицеты	Коэффициент минерализации
	Хемоорганотрофные	Усваивающие минеральные источники азота			
Селитебная зона					
1	3,0	2,5	0,20	0,06	0,83
2	2,8	0,7	0,30	0,02	0,25
3*	3,4	2,6	0,33	0,03	0,77
Промышленная					
4	0,7	0,3	0,08	0,01	0,43
5	0,1	0,12	0,06	0,01	1,2
Рекреационная					
6	2,6	3,5	0,30	0,02	1,34
7	3,0	1,7	0,24	0,01	0,56
Контрольная (чернозём, выщелоченный на карбонатном аллювии)					
8	3,2	2,5	0,40	0,07	0,78

Примечание: \* – частный сектор.

Численность актиномицетов здесь на порядок выше, чем в г. Шелехове, что соответствует общим закономерностям их эколого-географического распространения. Качественный состав этой группы более разнообразен. Кроме секций *Albus* и *Cinereus* присутствуют представители *Roseus*. Качественный состав микромицетов в почвенном покрове сравнительно разнообразен. Кроме тех, что доминируют в почвах г. Шелехова, следует добавить роды *Spicaria*, *Rhizopus*.

Состав санитарно-показательных бактерий (БГКП) в почвах г. Саяногорска и сопредель-

ных территорий представлен в таблице 4. Все показатели свидетельствуют о загрязнённости почв в санитарном отношении. Значения титра и индекса колиформных бактерий заметно колеблются в зависимости от места отбора проб. *Escherichia coli* обнаружена во всех функциональных зонах города за исключением промышленной. Санитарное состояние исследуемых почв оценивается по степени загрязнения от слабой до умеренной. Сравнение с санитарными показателями г. Шелехова позволяет определить почвы г. Саяногорска как более загрязнённые. Данный факт можно связать со

спецификой почвенного покрова Минусинской степи, в том числе со значениями рН почв (нейтральными и щелочными) и трансформацией элементов выбросов САЗа в пределах 1–4 ПДК.

Известно, что биохимическая активность почв (БАП) является одним из информативных показателей её функциональных возможностей

на текущий момент и контролируется экологическими факторами почвы, особенно щелочно-кислотными условиями. В этой связи нами был применён экспресс-метод, разработанный Т. В. Аристовской и М. В. Чугуновой, который получил широкую апробацию [12; 15] и оправдал себя особенно в исследованиях урбанизированных территорий.

Таблица 4

Санитарно-микробиологическая оценка почвенного покрова г. Саяногорска и сопредельных территорий

№ точки отбора проб	Колиформные бактерии		Содержание видов санитарно-показательных бактерий, %			Оценка санитарного состояния почвы
	Титр	Индекс	<i>E. coli</i>	<i>Ent. aerogenes</i>	<i>C. freundii</i>	
Селитебная зона						
1	0,001	135,0	10	30	60	умеренно загрязнённая
2	0,01	27,0	10	20	70	слабо загрязнённая
3*	0,0001	900	15	20	65	сильно загрязнённая
Промышленная						
4	0,1	38,0	0	20	80	слабо загрязнённая
5	0,1	24,0	0	20	80	слабо загрязнённая
Рекреационная						
6	0,001	140	15	30	55	умеренно загрязнённая
7	0,001	320	10	25	65	умеренно загрязнённая
Контрольная (чернозём выщелоченный на карбонатном аллювии)						
8	н/о	н/о	0	0	0	чистая

Примечание: \* – частный сектор.

Характер изменения биохимической активности почв исследуемых территорий представлен на рис. 1, 2. Следует отметить, что методика весьма чувствительна и позволяет не только выявить различия между контрастными в тех или иных отношениях объектами, но и дифференцировать почвы по биопотенциалу. Биохимический потенциал почв как индикатор их современного экологического состояния и самоочищающей способности заслуживает особого внимания, так как является интегральным, а следовательно, высокоинформативным. Иными словами, биохимическая активность почв является полифункциональной характеристикой, находящейся в прямой зависимости от экологических факторов, в том числе антропогенных.

Результаты исследования активности почв г. Шелехова (см. рис. 1) установили наличие двух совокупностей данных, позволяющих выделить группы почв по степени активности: I группа – со скоростью изменения реакции рН от 2 до 5 ч; II – от 5 и более. Чем больше число

часов, показывающее скорость разложения мочевины, тем меньшей активностью обладают исследуемые почвы. В селитебной зоне активность по сравнению с контролем высокая, что характерно для урбанизированных почв. Данный факт нельзя рассматривать как положительный, так как существенное увеличение биохимической активности почв ведёт к потере биогенного элемента – азота. В рекреационной и в промышленной зонах активность почвы несколько меньше и приближается к значениям контрольной. Это не противоречит экологической сущности данного процесса, связанного с экологическими параметрами почвы. На рис. 2 приведены результаты определений биохимической активности почв г. Саяногорска. Здесь также выделяются две группы почв: I – от 4 до 7 ч; II – от 8 и более.

Прослеживается сходство показателей БАП в селитебной сфере обоих городов, тогда как биохимическая активность почв промышленной зоны ниже по сравнению с контролем.

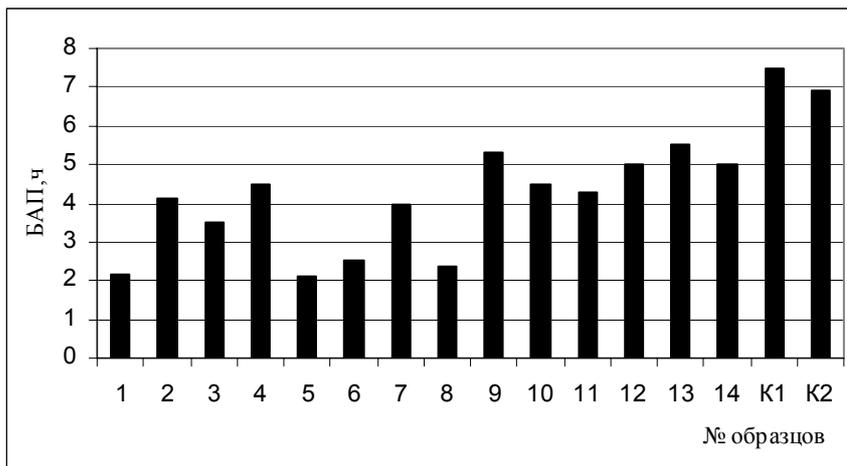


Рис. 1. Биохимическая активность почв (БАП) различных функциональных зон г. Шелехова и сопредельных территорий. Примечание: точки 1–8 – селитебная зона; 9–11 – рекреационная зона; 12–14 – промышленная зона; K1, K2 – контроль

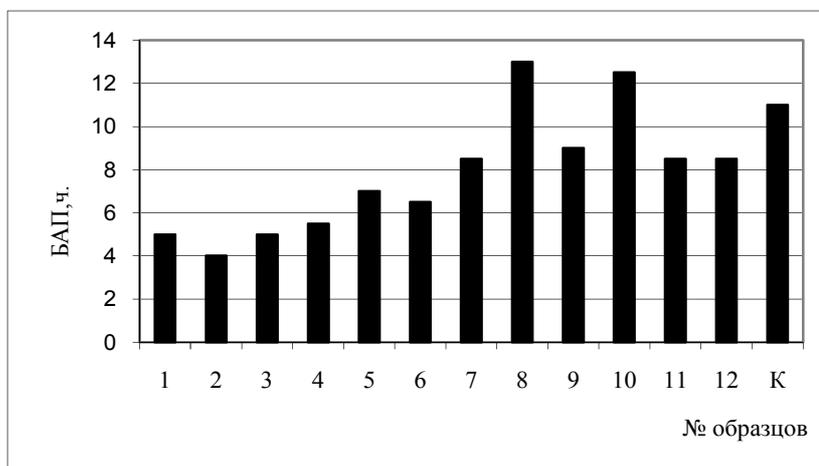


Рис. 2. Биохимическая активность почв (БАП) различных функциональных зон г. Саяногорска и сопредельных территорий. Примечание: точки 1–6 – селитебная зона; 7–11 – промышленная зона; 12 – рекреационная зона; K контроль

### Заключение

Проведённые исследования показали, что в г. Шелехове, где почвенный покров испытывает максимальную аэротехногенную нагрузку, наибольшее угнетение испытывают актиномицеты и хемоорганотрофные неспорообразующие эубактерии. По санитарно-микробиологическим показателям почвенный покров г. Шелехова можно отнести к благополучным. Это обусловлено ингибирующим воздействием фторидов (10–20 ПДК) на колиформные бактерии. Состояние почвенного покрова г. Саяногорска по данным показателям оценивается как неблагополучное, что обусловлено меньшим влиянием фторидов (1–4 ПДК) и недостаточным уровнем санитарно-гигиенических мероприятий. В этой связи санитарно-микробиологическое состоя-

ние почвенного покрова г. Саяногорска требует особого внимания и специальных мероприятий. Так, посев многолетних трав, в первую очередь бобовых, на газонах, придорожных полосах, внутриворотовых пространствах значительно снизит численность колиформных бактерий и улучшит общее санитарное состояние городских почв.

В условиях степи (г. Саяногорск) в зоне техногенного влияния по сравнению с контролем прослеживается тенденция уменьшения биохимической активности почвы. Показаны возможности использования интегральных почвенно-биотических показателей для экологического контроля и прогноза в условиях потенциально опасного аэротехногенного загрязнения.

## Литература

1. Аристовская Т. В. Экспресс-метод определения биологической активности почв / Т. В. Аристовская, М. В. Чугунова // Почвоведение. – 1989. – № 11. – С. 142–147.
2. Белозерцева И. А. Воздействие выбросов алюминиевого производства на природную среду пригородной зоны / И. А. Белозерцева // Тренды ландшафтно-геохимических процессов в геосистемах юга Сибири. – Новосибирск : Наука, 2004. – С. 138–144.
3. Вернадский В. И. Биосфера / В. И. Вернадский. – Л. : Науч. хим.-техн. изд-во ВСНХ, 1926. – 126 с.
4. Гаузе Г. Ф. Определитель актиномицетов / Г. Ф. Гаузе, Т. П. Преображенская, Т. С. Максимова. – М. : Изд-во Наука, 1983. – 245 с.
5. Гигиенические нормативы / под ред. Г. Г. Онищенко. – СПб. : Проффессионал, 2011. – С. 118.
6. Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов / М. А. Глазовская. – М. : Высш. шк., 1988. – 328 с.
7. ГОСТ 17.4.02–84 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб». – М. : Изд-во стандартов, 1984. – С. 4.
8. Гришко В. Н. Влияние загрязнения почв фтором на структуру микробного ценоза / В. Н. Гришко // Почвоведение. – 1996. – № 12. – С. 1478–1484.
9. Давыдова Н. Д. Техногенные потоки и дифференциация веществ в геосистемах / Н. Д. Давыдова // Географические исследования в Сибири. – Новосибирск : Наука. – 2007. – Т. 2. – С. 261–276.
10. Евдокимова Г. А. Влияние выбросов алюминиевого завода на биоту почв Кольского полуострова / Г. А. Евдокимова, И. В. Зенкова // Почвоведение. – 2003. – № 8. – С. 973–979.
11. Литвинов М. А. Определитель микроскопических почвенных грибов / М. А. Литвинов. – Л. : Наука, 1967. – 303 с.
12. Макарова А. П. Эколого-микробиологические показатели почв урбанизированных территорий / А. П. Макарова, Е. В. Напрасникова // Проблемы экологии и природопользования Байкальского региона. – Иркутск : ИрГТУ, 1999. – С. 39–41.
13. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д. Г. Звягинцева. – М. : МГУ, 1991. – 303 с.
14. Напрасникова Е. В. Санитарно-микробиологическая характеристика почв в условиях урбанизации / Е. В. Напрасникова, А. П. Макарова // Санитария и гигиена. – 1999. – № 3. – С. 15–17.
15. Напрасникова Е. В., Макарова А. П. Санитарно-микробиологические и биохимические особенности почвенного покрова городов Прибайкалья / Е. В. Напрасникова, А. П. Макарова // Сиб. мед. журн. – 2005. – № 5. – С. 67–71.
16. Омелянский В. Л. Микроорганизмы как химические реактивы / В. Л. Омелянский – Л. : Науч. хим.-техн. изд-во ВСНХ, 1924. – 102 с.
17. Определитель бактерий Бердже : в 2 т. : пер. с англ. / под ред. Дж. Хоулта. – М. : Мир, 1997. – Т. 1. – 303 с.
18. Устойчивость агроэкосистем к загрязнению фторидами / Л. В. Помазкина [и др.]. – Иркутск : Изд-во ИГ СО РАН, 2004. – 225 с.
19. Фторидное загрязнение серых лесных почв, находящихся в зоне влияния Иркутского алюминиевого завода / А. А. Козлова [и др.] // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология. – 2011. – Т. 4., № 4. – С. 87–94.
20. Хавина Л. А. Экологическая ситуация в городе Шелехове (Иркутская область) / Л. А. Хавина // География и природ. ресурсы. – 2001. – № 33. – С. 136–139.

## Ecological-microbiological and biochemical characteristics of soil cover under aerotechnogenic contamination

E. V. Naprasnikova,<sup>1</sup> A. P. Makarova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk

<sup>2</sup> Irkutsk State University, Irkutsk

**Abstract.** The analysis of experimental data obtained from studying the ecological-microbiological and biochemical characteristics of soil cover in the influence area of emissions from East Siberia's aluminum smelters was performed. It is found that actinomyces and chemoorganotrophic non-spore-forming eubacteria undergo the most severe inhibition under the influence of the water-soluble form of fluorine (10–20 MPC in the 0–10 cm layer) in the anthropogenically transformed sod forest soil of the subtaiga zone. A decline of the level of biochemical activity is observed in humus-deficient chernozem of the steppe to be caused by fluorine (1–4 MPC in the 0–10 cm layer).

**Key words:** soil cover, aerotechnogenic emissions, microbial, biochemical activity.

*Напрасникова Елизавета Викторовна*  
*Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН*  
*664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1*  
*кандидат биологических наук*  
*старший научный сотрудник*  
*тел. (3952) 42-27-17*  
*E-mail: napev@irigs.irk.ru*

*Макарова Альвина Павловна*  
*Иркутский государственный университет*  
*664003, Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5*  
*кандидат биологических наук, доцент*  
*тел. (3952) 24-18-55*  
*E-mail: nadin\_buk@mail.ru*

*Naprasnikova Elizaveta Viktorovna*  
*Sochava Institute of Geography SB RAS*  
*1 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033*  
*Ph. D. in Biology, senior research scientist*

*phone : (3952) 42-27-17*  
*E-mail: napev@irigs.irk.ru*

*Makarova Alvina Pavlovna*  
*Irkutsk State University*  
*5 Sukhe-Bator St., Irkutsk, 664003*  
*Ph. D. in Biology, ass.prof.*  
*phone: (3952) 24-18-55*  
*E-mail: nadin\_buk@mail.ru*