



УДК 631.46

DOI <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2018.26.18>

## Экологическая и санитарно-бактериологическая характеристика почвенного покрова города Братска

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

<sup>1</sup> *Иркутский государственный университет, Иркутск,*

<sup>2</sup> *Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск*

*E-mail: nadin\_buk@mail.ru*

**Аннотация.** Проанализированы экспериментальные данные по изучению экологической, санитарно-бактериологической характеристик и биологической активности почвенного покрова индустриального города Братска, прочно занимающего место в приоритетном списке городов России с очень высоким уровнем загрязнения. В работе детально изучены показатели бактериального комплекса гетеротрофных сапротрофов – основных представителей автохтонной микрофлоры. Определён коли-титр и коли-индекс почвенного покрова, свидетельствующий о степени загрязнения городской среды хозяйственно-бытовыми отбросами, в которых возможно присутствие сальмонелл, шигелл, возбудителей токсикоинфекций. Санитарно-показательные бактерии группы кишечной палочки идентифицированы до вида. Оценено санитарное состояние почв, которые отнесены к загрязнённым и умеренно-загрязнённым. Чистым оказался техногенно-преобразованный почвенный покров промышленной зоны Братского алюминиевого завода, что связано со спецификой токсического воздействия аэротехногенных выбросов, в первую очередь водорастворимого фтора. Биологическая активность почв определялась по скорости выделения аммиака. Определены показатели щёлочно-кислотных условий, их смещение в область нейтральных и щелочных значений удерживает биологическую активность почв на высоком уровне. В будущем это может привести почвенную систему к экологическому регрессу и утрате биогенного азота, что негативно скажется на состоянии городской экосистемы.

**Ключевые слова:** почвенный покров, микроорганизмы, г. Братск, биологическая активность, санитарные свойства почв.

**Для цитирования:** Макарова А. П., Напрасникова Е. В., Буковская Н. Е. Экологическая и санитарно-бактериологическая характеристика почвенного покрова города Братска // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2018. Т. 26. С. 18–27. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2018.26.18>

### ***Введение***

Управление средой обитания и ресурсами жизнеобеспечения человека является одной из задач современности, особенно актуальной в условиях крупных индустриальных городов. Почвенный покров как экологическое ядро города оказывается обречён на существенные изменения структуры и важнейших функций: биоэкологической, биогеохимической, санитарной.

Санитарная функция почвы обусловлена ингибирующей деятельностью автохтонной микрофлоры на возбудителей желудочно-кишечных инфекций

(сальмонелл, шигелл), условно-патогенных бактерий рода *Escherichia* – возбудителей эшерихиозов, а также бактерий, вызывающих токсикоинфекции (*Enterococcus faecalis*, *Proteus vulgaris (mirabilis)*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Clostridium perfringens*) [Методические указания ..., 1999]. Асептические свойства почвы в определённой мере зависят и от собственных характеристик: механического состава, физико-химических особенностей водно-воздушного режима, состава органо-минерального комплекса. В целом почва является неблагоприятным субстратом для большинства патогенных и токсигенных бактерий [Калина, 1969; Юхневич, Колесник, 2012].

Основной целью настоящей работы явилась оценка современного эколого-биохимического и санитарно-бактериологического состояния почвенного покрова крупного индустриального города Братска, урбаносреда которого уже около полувека функционирует в условиях мощного техногенного загрязнения. Братск ежегодно включается в приоритетный список городов России с очень высоким уровнем загрязнения среды. Основным источником выбросов является введённый в эксплуатацию в 1966 г. Братский алюминиевый завод (БрАЗ) – одно из крупнейших производств первичного алюминия в мире. Длительная работа производства привела к накоплению в почвах на расстоянии до 1 км от источника выбросов водорастворимого фтора в концентрациях, достигающих 15 ПДК, при содержании в фоновых участках 0,05 ПДК [Давыдова, 2007; Белозерцева, Лопатина, 2015]. Почвы, формирующиеся в таких условиях, относятся к техногенно загрязнённым.

Среди крупных загрязнителей выделяются также объекты лесохимического производства. В числе приоритетных загрязняющих соединений выделяются фтористые соединения, метилмеркаптан, бенз(а)пирен, диоксид серы, диоксид углерода, смолистые вещества. Годовой объём выбросов поллютантов достигает 114 684 т [Государственный доклад ..., 2017].

Данная работа является продолжением цикла публикаций, посвящённых экологическим функциям почв антропогенно изменённых территорий [Напрасникова, 2005; Напрасникова, Макарова, 2005; Макарова, Напрасникова, 2015].

### ***Материалы и методы***

Город Братск расположен на северо-западе Иркутской области в центральной части Ангарского кряжа. Преобладающей ландшафтной единицей территории являются горно-таёжные сосновые с примесью лиственницы травяно-брусничные леса на дерново-карбонатных выщелоченных и дерново-подзолистых почвах. В почвах, формирующихся под лиственными и смешанными лесами с хорошим травянистым покровом, уменьшается возможность выноса из верхних слоёв элементов питания для микроорганизмов, в частности минеральных. Органические компоненты в них богаче, чем в подзолах, так как травянистые растения и смешанные древесные породы богаты азотом. Опад этих растений богаче органикой, а дерновый процесс, заключающийся прежде всего в накоплении гумуса, главным источником которого является луговое разнотравье, обогащает дерновые, органогенные горизонты почвы органическими веществами, использовать которые может

автохтонная микрофлора различных эколого-трофических групп (гидролитики, олиготрофы) [Антропогенные почвы ..., 2003].

В растительности на территории города выделяются лесные массивы естественного происхождения и городские посадки. Доминирующей породой в первых является сосна обыкновенная (57 % от общего состава древостоя). Берёза повислая и берёза пушистая составляют 17,5 %, осина – 16 %, лиственница сибирская – 6 %, гораздо меньшую долю составляют ель обыкновенная, ель сибирская, ива серебристая, ольха кустарниковая, рябина сибирская.

Объектами детального исследования служили почвы различных функциональных зон города (жилых кварталов, рекреационной, промышленной). Отбор почвенных образцов (12 средних образцов) осуществлялся с органического горизонта в летний период согласно общепринятой методике [ГОСТ 17.4.02-84. Охрана ..., 1984]. Отбор почвенных образцов проводили в июле 2017 г. с глубины 10 см с площадок размером 25 м<sup>2</sup> (по 5 образцов с каждой площадки). Вес каждого образца почвы, отобранной с соблюдением асептических правил, составлял 200 г. Далее образцы с каждой площадки смешивали, получив средний образец весом 1 кг, который подвергали исследованию. Таким образом, в целом исследовано 12 средних образцов почвы с 12 площадок территорий г. Братска. В качестве контрольной исследована проба, отобранная на расстоянии 25 км от города.

Биологическая активность почв определялась по скорости выделения аммиака, что считается апробированным в оценке их современного состояния в любых ландшафтах. Был применён эспресс-метод определения биологической активности почв по Т. В. Аристовской и М. В. Чугуновой [1989]. Сущность метода заключается в регистрации скорости разложения карбамида (мочевина) как модельного вещества по выделению аммиака – конечного продукта распада. Данная методика весьма чувствительна и позволяет не только выявить различия между контрастными в том или ином отношении объектами, но и дифференцировать почвы по биопотенциалу.

Щёлочно-кислотные условия регистрировались потенциометрическим методом.

При кратком санитарно-микробиологическом анализе почвы учитывался ряд количественных показателей. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) млн КОЕ/г почвы определяли методом серийных разведений с посевом на мясо-пептонный агар (МПА). Обнаружение в почве санитарно-показательных бактерий группы кишечной палочки (БГКП), близких по свойствам к тифозно-паратифозной группе, позволяет предположить наличие в почве сальмонелл. Кроме того, высокая численность БГКП косвенно указывает на возможное присутствие в почве возбудителей дизентерии (шигелл) [Калина, 1969; Методические указания ..., 1999]. Для уточнения видового состава санитарно-показательных БГКП использовали руководство по санитарной микробиологии [Санитарная микробиология, 2016]. Коли-титр БГКП определяли методом бродильных проб с использованием среды Кесслер; коли-индекс – методом посева серийных разведений почвы на элективную среду Эндо [Санитарная микробиология, 2016].

### *Результаты и обсуждение*

Действие фторидов вызывает длительное подщелачивание почвы, что стимулирует усиление подвижности фтора. Это приводит к деградации твёрдой фазы почвы, поскольку под действием фторидов щелочных металлов растворяются гидроокиси железа и алюминия, соли гуминовых кислот, уплотняется почвенная масса, падает водопроницаемость и, как следствие, разрушается почвенная структура [Напрасникова, Макарова, 2005]. Наглядным результатом процесса служит почвенный покров в зоне воздействия выбросов Братского алюминиевого завода (рис. 1).



*Рис. 1.* Участок техногенно-преобразованного почвенного покрова в зоне влияния БрАЗа

Всё это сказывается на состоянии почвенной биоты. Наиболее устойчивой в этом плане является автохтонная почвенная микробиота. Поэтому санитарно-гигиеническое значение почв населённых пунктов и, в частности, городских почв, как среды, обеззараживающей и минерализующей не только хозяйственно-бытовые и фекальные органические отбросы, но и нейтрализующей токсические выбросы промышленных предприятий, определяется, в первую очередь, деятельностью почвенных автохтонных микроорганизмов. Норма численности гетеротрофных сапрофитных бактерий в незагрязнённых почвах хорошо известна. Превышение этих показателей свидетельствует о загрязнении почвы неядовитыми органическими веществами, а снижение говорит о высокой токсичности и загрязнении ядовитыми промышленными выбросами [Санитарная микробиология, 2016].

Численность сапрофитных гетеротрофных бактерий (КМАФАнМ) в почвенном покрове г. Братска колебалась от 0,40 млн КОЕ/г почвы в жилых кварталах до 2,50 млн КОЕ/г на участке, насыщенном неядовитыми хозяйственно-бытовыми органическими веществами (территория продовольственного рынка) (табл.).

В промзоне БрАЗа численность этой группы микроорганизмов была минимальной (0,14 млн КОЕ/г), что свидетельствует о токсическом воздействии аэротехногенных выбросов алюминиевого завода на почвенную

микробиоту. Бактерий группы кишечной палочки в зоне БрАЗа не обнаружено вообще, что в прогностическом плане можно расценивать как предпосылку снижения общего биоразнообразия почвенной микробиоты в почвенном покрове г. Братска.

Из почвенного покрова в чистую культуру изолированы доминирующие представители гетеротрофных сапрофитных бактерий. По совокупности культурально-морфологических, тинкториальных и физиолого-биохимических признаков они определены как *Bacillus (B.) cereus*, *B. mesentericus*, *B. megatherium*, *B. idosus*, *B. glutinosus*, *B. subtilis*, *B. agglomeratus*, *Sarcina flava*, *Pseudomonas fluorescens*, *Mycobacterium album*, *Micrococcus citreus*.

Таблица

Санитарно-бактериологические показатели почвенного покрова в разных районах г. Братска

№ пробы	Место отбора проб	КМА-ФАнМ*, млн КОЕ/г	Коли-титр БГКП	Коли-индекс БГКП	Оценка санитарного состояния почвы
1	Многоэтажная жилая застройка, центр города	1,20	0,001	170,0	Загрязнённая
2	Многоэтажная жилая застройка, рядом автобусная остановка	1,60	0,001	230,0	Загрязнённая
3	Индивидуальная малоэтажная жилая застройка	2,30	0,001	540,0	Загрязнённая
4	Многоэтажная жилая застройка, поблизости автотрасса	0,84	0,01	33,0	Умеренно загрязнённая
5	Жилой район Падун, территория продуктового рынка	2,50	0,001	660,0	Загрязнённая
6	Жилой район Гидростроитель, бул. Орлова	2,60	0,001	600,0	Загрязнённая
7	Лесопарковая зона в жилом районе Энергетик (опушка сосново-берёзового леса)	0,99	0,01	50,0	Умеренно загрязнённая
8	Окрестности пос. Зяба, разнотравный луг	0,98	0,01	40,0	Умеренно загрязнённая
9	Рекреационная зона, антропогенно изменённый бобово-злаковый луг	0,80	0,1	30,0	Умеренно загрязнённая
10	Жилой район Гидростроитель, газон на территории АЗС	0,40	0,01	40,0	Умеренно загрязнённая
11	Промышленная зона БрАЗ	0,14	н/о	н/о	Чистая
12	Злаково-разнотравный луг в 25 км от г. Братска, (контроль)	0,970	н/о	н/о	Чистая

Примечание: \* – КМАФАнМ – количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов.

Колиформные санитарно-показательные БГКП из почв г. Братска, согласно результатам тестов [Методические указания ... , 1999; Санитарная микробиология, 2016] отнесены к видам *Citrobacter freundii*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*. При этом два первых доминировали в почвенном покрове, а *E. coli* sporadически встречалась на участках, загрязнённых нейдовитыми органическими веществами (фекальной органикой): в местах выгула домашних животных, в частном жилом секторе, на территории продовольственного рынка.

Коли-титр БГКП колеблется в пределах от 0,1 в рекреационной зоне на бобово-злаковом лугу до 0,001 в почвенном покрове территории города. Коли-индекс в рекреационной зоне составил 30 тыс. клеток БГКП в 1 г почвы. Наиболее высокий коли-индекс выявлен для образцов городских почв (от 170,0 до 660 тыс. клеток/г). Исключение составили пробы из промышленной зоны, где БГКП не были обнаружены, что является следствием ингибирующего воздействия выбросов алюминиевого завода, прежде всего приоритетного загрязнителя – водорастворимого фтора.

В целом почвенный покров г. Братска можно оценить как загрязнённый и умеренно-загрязнённый. В контрольном образце почвы кишечная палочка отсутствовала, что характерно для природных зональных почв.

Результаты определения уровня БАП показали, что скорость разложения карбамида колеблется в узких пределах от 1,1 до 3,9 ч, что говорит о высокой биологической активности изучаемых почв во всех функциональных зонах города (рис. 2). Щелочно-кислотные условия (рН) почвы в пределах города варьируют в сравнительно узких пределах со смещением в область щелочных значений (7,0–8,6), что свойственно большинству почв урбанизированных территорий [Напрасникова, Макарова, 2005]. Как и следовало ожидать, в контрольном почвенном образце зарегистрирована более низкая активность, равная 10 ч, показатель соответствует значению рН 6,3.

Хорошо известно, что уровень БАП зависит от рН среды. Экспериментальные данные позволили выявить тесноту связи биологической активности и реакции почвенной среды (см. рис. 2). Коэффициент аппроксимации ( $R^2$ ) равен 0,4 (значение этого показателя может лежать в диапазоне от 0 до 1). По шкале Чеддока полученный результат указывает на зависимость, близкую к средней.

Трудности диагностики не позволяют чётко дифференцировать разные по составу и свойствам техногенные загрязнители, поступающие в окружающую среду промышленных районов, и определять степень их влияния. В связи с проблемами их прямого определения в познании активаторно-ингибиторной функции почвы полезно использовать косвенные методы. Речь идёт об оценке уровня фитотоксичности почв методом биотестирования, который даёт возможность получать объективную информацию о состоянии почвы в реальном времени [ГОСТ Р ИСО 22030-2009. Качество ..., 2009].

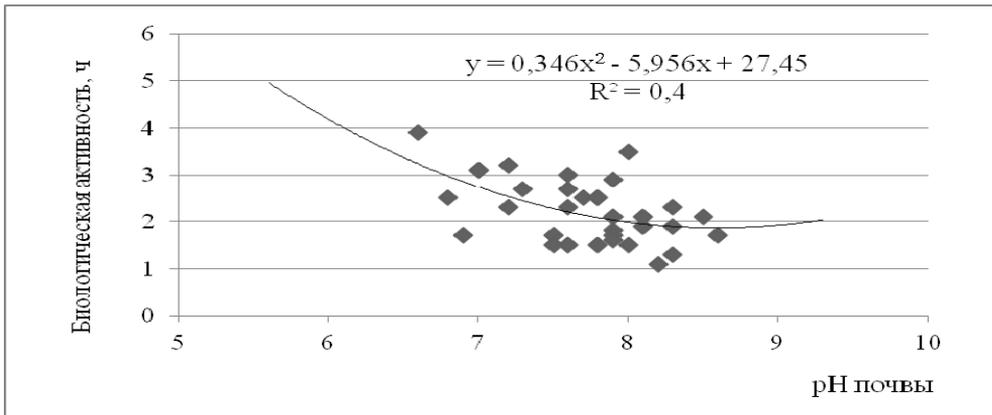


Рис. 2. Взаимосвязь показателей БАП и pH в исследованных образцах почв г. Братска

Результаты определений в лабораторных условиях позволили выявить, что в преобладающем числе почвенных образцов степень ингибирования прорастания семян высших растений не превышает 10–25 %, при этом не достигая порога токсичности. Отмечено, что в почвах, отобранных под растительным покровом, степень угнетения прорастания семян заметно ниже, чем на участках, лишённых растительности. В промзоне БрАЗа зафиксировано 40 %-ное угнетение прорастания семян.

### **Заключение**

Процесс урбанизации и техногенеза ведёт к преобразованиям исторически сложившегося почвенного покрова. Они проявляются в виде изменений структуры микробиоценозов, степени трансформации органических соединений и смещения щёлочно-кислотных свойств.

Исследования экологического и санитарно-бактериологического состояния почв Братска показали, что в настоящее время они относятся к умеренно загрязнённым и загрязнённым хозяйственно-бытовыми органическими веществами. Исключение составил почвенный покров промышленной зоны БрАЗа. В отношении санитарно-показательных микроорганизмов в почвах города прослеживается ингибирующее воздействие фторидов. Содержание аммонифицирующих микроорганизмов (КМАФАнМ) в почвах города достаточно высокое, однако в зонах активного техногенного воздействия (промзона БрАЗ, территории топливозаправочных пунктов) их численность резко падает.

Оценивая в целом биохимическое состояние изучаемых почв, можно констатировать, что нейтральная и слабощелочная реакция почв удерживает их активность на достаточно высоком уровне. Однако высокие показатели биологической активности настораживают. Нельзя исключать ситуации, когда метаболический прогресс этих почв в будущем может привести почвенную систему к экологическому регрессу. Это относится к утрате биогенного азота в случае усиления темпов трансформации его органических соединений.

Токсикометрическое исследование почв в функциональных зонах города в целом не выявило токсичности. Образцы почв в промышленной зоне БрАЗа проявили ингибирующее влияние на испытываемые тест-объекты в 40 % случаев.

Полученные результаты подтверждают необходимость планового контроля экологического и санитарно-бактериологического состояния почвенного покрова г. Братска.

#### Список литературы

- Аристовская Т. В., Чугунова М. В. Экспресс-метод определения биологической активности почв // Почвоведение. 1989. № 11. С. 142–147.
- Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация / М. И. Герасимова, М. Н. Строганова, Н. В. Можарова, Т. В. Прокофьева. Смоленск : Ойкумена, 2003. 268 с.
- Белозерцева И. А., Лопатина Д. Н. Техногенное воздействие на почвы урбанизированных территорий Сибири // Фундам. исслед. 2015. № 2. С. 5397–5403.
- ГОСТ 17.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. М. : Изд-во стандартов, 1984. С. 4.
- ГОСТ Р ИСО 22030-2009. Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. М. : Изд-во стандартов, 2009. 20 с.
- Государственный доклад о состоянии окружающей среды Иркутской области в 2016 году. Иркутск : Мегапринт, 2017. 274 с.
- Давыдова Н. Д. Техногенные потоки и дифференциация вещества в геосистемах // Географические исследования в Сибири. Новосибирск : Наука, 2007. Т. 2. С. 261–276.
- Калина Г. П. Бактерии группы кишечной палочки // Санитарная микробиология. М. : Медицина, 1969. С. 20–40.
- Макарова А. П., Напрасникова Е. В. Эколого-микробиологические особенности и биологическая активность почв рекреаций (Южное Предбайкалье) // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология. 2015. № 2. С. 67–72.
- Методические указания по санитарно-микробиологическому исследованию почвы. М. : Московский фед. центр госэпиднадзора Минздрава России, 1999. 73 с.
- Напрасникова Е. В. Уреазная активность и pH как показатели экологического состояния почв городов Восточной Сибири // Почвоведение. 2005. № 11. С. 1345–1352.
- Напрасникова Е. В., Макарова А. П. Санитарно-микробиологические и биохимические особенности почвенного покрова городов Прибайкалья // Сиб. мед. журн. 2005. № 5. С. 67–71.
- Санитарная микробиология / Р. Г. Госманов, А. Х. Волков, А. К. Галлиулин, А. И. Ибрагимова. СПб, М., Краснодар : Лань, 2016. С. 206–210.
- Юхневич Г. Г., Колесник И. М. Микроорганизмы в биоиндикации и биотестировании. Гродно : Гродн. гос. Ун-т, 2012. 51 с.

## Ecological and Sanitary-Bacteriological Characteristics of Soil Cover in the City of Bratsk (East Siberia)

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

<sup>1</sup> Irkutsk State University, Irkutsk

<sup>2</sup> V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk

**Abstract:** An analysis is made of experimental data from studying the ecological and sanitary-bacteriological characteristics and biological activity of soil cover in the industrial city of Bratsk. The landscape and climatic conditions of the city and adjacent territories are described.

Every year Bratsk is included on the Priority List of Russian cities with a very high pollution level, because it is a major producer of primary aluminum in the world. The content of water-soluble fluorine in soils at a distance of up to 1 km from the Bratsk Aluminum Smelter (BrAZ) is 15 MACs. On the other hand, the concentration of water-soluble fluorine is 0.05 MAC in the background soil (control) 25 km from the city. Enterprises of the wood chemical industry are large polluters of the urban environment and soil cover of Bratsk. A detailed study is made of the indicators of the bacterial complex of heterotrophic saprotrophs that are the main representatives of the autochthonous microflora involved in the processes of soil self-cleaning from pollutants and gastrointestinal tract pathogens. The coli titer and coli index of the soil cover of Bratsk have been determined, which indicate the degree of pollution of the urban environment by industrial and household waste which can contain Salmonella, Shigella and infectious agents. Sanitary-indicatory coliform bacteria were identified to a species. By assessing the sanitary status of the soils of Bratsk, it was possible to assign them to polluted and moderately polluted soils. The sole exception is provided by the technogenically modified soil cover of the industrial area of BrAZ, which is associated with the toxic influence of aerotechnogenic emissions, especially of water-soluble fluorine, as the priority environmental pollutant. Indicators of acid-alkaline conditions have been determined, which are shifted within the city into the region of neutral and alkaline values (pH=7.0–8.6). An assessment of the ecological-biochemical status of the soils under study suggests that the neutral and weakly alkaline reaction maintains their biological activity at a high level. In the future, this can lead the soil system to an ecological regression and loss of biogenic nitrogen, which will have a negative influence on the urban ecosystem as a whole.

**Keywords:** soil cover, microorganisms, city of Bratsk, biological activity, sanitary properties of soils.

**For citation:** Makarova A.P., Naprasnikova E.V., Bukovskaya N.E. Ecological and Sanitary-Bacteriological Characteristics of Soil Cover in the City of Bratsk (East Siberia). *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology. Ecology*, 2018, vol. 26, pp. 18-27. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2018.26.18> (in Russian)

#### References

Aristovskaya T.V., Chugunova M.V. Ekspress-metod opredeleniya biologicheskoi aktivnosti pochv [Express method for the determination of soil biological activity]. *Pochvovedenie* [Soil science], 1989, no. 11, pp. 142-147. (in Russian).

Gerasimova M.I., Stroganova M.N., Mozharova N.V., Prokofyeva T.V. *Antropogennyye pochvy: genezis, geografiya, rekul'tivatsiya* [Anthropogenic soils: genesis, geography, recultivation]. Smolensk, Oikumena Publ., 2003, 268 p. (in Russian).

Belozertseva I.A., Lopatina D.N. Tekhnogennoe vozdeistvie na pochvy urbanizirovannykh territorii Sibiri [Technogenic Impact on the Soils of the Urbanized Territories of Siberia]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fund. Res.], 2015, no. 2, pp. 5397-5403. (in Russian).

GOST 17.4.02-84. *Okhrana prirody. Pochvy. Obshchie trebovaniya k otboru prob* [State standard 17.4.02-84. Protection of Nature. Soils. General requirements for sampling]. Moscow, Standarts Publ., 1984, 4 p. (in Russian).

GOST RISO 22030-2009. *Kachestvo pochvy. Biologicheskie metody. Khronicheskaya fitotoksichnost' v otnošenii vysshikh rastenii*. [State Standard RISO 22030-2009. The quality of the soil. Biological methods. Chronic phytotoxicity in relation to higher plants]. Moscow, Standarts Publ., 2009, 20 p. (in Russian).

Gosudarstvennyi doklad o sostoyanii okruzhayushchei sredy Irkutskoi oblasti v 2016 godu. [State report on the state of the environment of the Irkutsk Region in 2016]. Irkutsk, Megaprint Publ., 2017, 274 p. (in Russian).

Davydova N.D. Tekhnogennyye potoki i differentsiatsiya veshchestva v geosistemakh [Technogenic flows and differentiation of matter in geosystems] *Geograficheskie issledovaniya v Sibiri* [Geographical research in Siberia], Novosibirsk, Nauka Publ, 2007, vol. 2, pp. 261-276. (in Russian).

Kalina G.P. Bakterii gruppy kishhechnoi palochki [Bacteria of the Escherichia coli group]. *Sanitarnaya mikrobiologiya* [Sanitary Microbiology]. Moscow, Medicine Publ., 1969, pp. 20-40. (in Russian).

Makarova A.P., Naprasnikova E.V. Ekologo-mikrobiologicheskie osobennosti i biologicheskaya aktivnost' pochv rekreatsii (Yuzhnoe Predbaikal'e) [Ecological Microbiological Features and Biological Activity of Recreation Soils (Southern Predbaikalia)]. *Bull. Irkutsk St. Univ. Ser. Biol. Ekol.*, 2015, no. 2, pp. 67-72. (in Russian).

Metodicheskie ukazaniya po sanitarno-mikrobiologicheskomu issledovaniyu pochvy [Guidelines for sanitary-microbiological soil testing]. Moscow, Fed. Center for State Epidemiol. Supervis. Publ., 1999, 73 p. (in Russian).

Naprasnikova E.V. Ureaznaya aktivnost' i pH kak pokazateli ekologicheskogo sostoyaniya pochv gorodov Vostochnoi Sibiri [Ureaznaya activity and pH as indicators of the ecological condition of the soils of cities in Eastern Siberia]. *Pochvovedenie* [Soil Science], 2005, no. 11, pp. 1345-1352. (in Russian).

Naprasnikova E.V., Makarova A.P. Sanitarno-mikrobiologicheskie i biokhimicheskie osobennosti pochvennogo pokrova gorodov Pribaikal'ya [Sanitary-microbiological and biochemical features of the soil cover of the cities of the Baikal region]. *Siberian Med. J.*, 2005, no. 5, pp. 67-71. (in Russian).

Gosmanov R.G., Volkov A.Kh., Galliulin A.K., Ibragimova A.I. *Sanitarnaya mikrobiologiya* [Sanitary Microbiology]. St.-Petersburg, Moscow, Krasnodar, Lan Publ., 2016, pp. 206-210. (in Russian).

Yukhnevich G.G., Kolesnik I.M. *Mikroorganizmy v bioindikatsii i biotestirovanii* [Microorganisms in bioindication and biotesting]. Grodno, Grodno St. Univ. Publ., 2012, 51 p. (in Russian).

*Макарова Альвина Павловна*  
кандидат биологических наук, доцент  
Иркутский государственный университет  
Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1  
тел. (3952) 24–18–70  
e-mail: nadin\_buk@mail.ru

*Makarova Al'vina Pavlovna*  
Candidate of Sciences (Biology),  
Associate Professor  
Irkutsk State University  
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,  
Russian Federation  
tel.: (3952) 24–18–70  
e-mail: nadin\_buk@mail.ru

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

*Naprasnikova Elizaveta Viktorovna*  
Candidate of Sciences (Biology),  
Senior Research Scientist  
V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS  
1, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033,  
Russian Federation  
tel: (3952) 42–27–17  
e-mail: napev@irigs.irk.ru

*Буковская Надежда Евгеньевна*  
старший преподаватель  
Иркутский государственный университет  
Россия, 664003, Иркутск, ул. К. Маркса, 1  
тел. (3952) 24–18–55  
e-mail: nadin\_buk@mail.ru

*Bukovskaya Nadezhda Evgenyevna*  
Senior Lecturer  
Irkutsk State University  
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,  
Russian Federation  
tel.: (3952) 24–18–55  
e-mail: nadin\_buk@mail.ru

**Дата поступления:** 12.03.2018  
**Received:** March, 12, 2018