

# ПРОБЛЕМЫ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ЭКОЛОГИЮ ПОЧВ<sup>1</sup>

## PROBLEMS OF THE IMPACT OF ANTHROPOGENIC ACTIVITY ON SOIL ECOLOGY

**S. Germanova  
T. Fedorova  
N. Petukhov  
T. Ryzhova  
A. Zinchenko**

*Summary.* The article is devoted to questions about the impact of anthropogenic activity on soil ecology. The characteristic of negative ecological consequences of anthropogenic activity is given. Anthropogenic activity associated with waste from various types of industrial production leads to increased degradation and pollution of soils. The sources of soil pollution as a result of anthropogenic activity are described. The concentration of chemical elements in soils in the zone of influence of industrial enterprises is presented. The analysis of the impact on the soil of the main types of pollutants — heavy metals, oil and oil products. The role of soil monitoring in order to optimize environmental protection measures is shown. The results of soil monitoring from 2013 to 2021 are presented. on the territory of Russia, which made it possible to detect the level of soil pollution with heavy metals and oil products. It is shown that the analysis of soil cover pollution allows one to give an objective assessment of the environmental consequences of anthropogenic changes in soils.

*Keywords:* ecology, biosphere, soil, anthropogenic activity, soil pollution, soil monitoring.

**Германова Светлана Евгеньевна**

Старший преподаватель, департамент  
техносферной безопасности,  
Аграрно–технологический институт, Российский  
университет дружбы народов  
germanova-se@rudn.ru

**Фёдорова Татьяна Александровна**

Доцент, кандидат биологических наук,  
департамент ландшафтного проектирования  
и устойчивых экосистем, Аграрно–технологический  
институт, Российский университет дружбы народов  
fedorova-ta@rudn.ru

**Петухов Николай Владимирович**

Доцент, кандидат с/х наук, департамент  
техносферной безопасности,  
Аграрно–технологический институт, Российский  
университет дружбы народов  
petukhov-nv@rudn.ru

**Рыжова Татьяна Александровна**

Старший преподаватель, кандидат физико-  
математических наук, доцент, Факультет  
физико-математических и естественных наук,  
Институт физических исследований и технологий,  
Российский университет дружбы народов  
ryzhova-ta@rudn.ru

**Зинченко Александра Валерьевна**

Ассистент, Департамент ландшафтного  
проектирования и устойчивых экосистем,  
Аграрно–технологический институт, Российский  
университет дружбы народов  
zinchenko-av@rudn.ru

*Аннотация.* Статья посвящена вопросам влияния антропогенной деятельности на экологию почв. Дана характеристика негативных экологических последствий антропогенной деятельности. Антропогенная деятельность, связанная с отходами различных видов промышленных производств, приводит к усилению деградации и загрязнению почв. Описаны источники загрязнения почв в результате антропогенной деятельности. Представлена концентрация химических элементов в почвах в зоне влияния промышленных предприятий. Проведен анализ влияния на почву основных видов загрязнителей — тяжелых металлов, нефти и нефтепродуктов. Показана роль почвенного мониторинга в целях оптимизации мероприятий по охране окружающей среды. Представлены результаты почвенного мониторинга с 2013 по 2021 гг. на территории России, который позволил

<sup>1</sup> Публикация выполнена при поддержке Программы стратегического академического лидерства РУДН.



**В** настоящее время все активнее используются природные ресурсы, растет интенсивность эксплуатации человеком окружающей среды. Антропогенная деятельность является важным фактором, оказывающим влияние на формирование структуры биосферы. Современные социально-экономические условия, связанные с увеличением отходов различных видов промышленного производства, приводят к усилению всех видов деградации и загрязнению экосистем.

Отдельного внимания заслуживают вопросы о влиянии антропогенной деятельности на экологию почв. Анализ механизмов и закономерностей деградации и загрязнения почв в экосистемах разных регионов актуален в связи с необходимостью реализации эффективных мероприятий, направленных на решение проблем экологической безопасности в области охраны окружающей среды.

С позиции системного подхода к изучению экологии биосферы следует отметить, что человек и окружающая природная среда представляют взаимосвязанные компоненты единой экосистемы, в которой ведущим звеном является почва. Почва выступает «как особая полифункциональная система взаимодействия природных и антропогенных факторов» [6, с. 3]. Производственная деятельность человека связана с тем, что почва испытывает техногенные нагрузки, которые зачастую приводят к ее деградации и загрязнению.

Негативное влияние деятельности человека на экологию почв следует оценивать в контексте общих негативных экологических феноменов антропогенной деятельности, к которым относятся «истощение природных ресурсов, изменение природных ландшафтов, загрязнение биосферы за счет различных производств, изменение климата и нарушение теплового баланса планеты в связи с ростом потребления энергии» [3, с. 8]. Характер негативного воздействия антропогенной деятельности на экологию окружающей среды различен в разных природных регионах, в связи с чем помимо общих закономерностей проявления экологически опасных ситуаций, зачастую возникают локальные нарушения природной среды. По степени негативного воздействия опасным видом нарушения экологиче-

ской ситуации является загрязнение биосферы. Загрязнение экосистемы почв происходит как под влиянием природных, так и антропогенных факторов, связанных с производственной деятельностью человека. Экологическая оценка загрязнения биосферы связана не только с анализом степени концентрации чужеродных веществ, но и с анализом изменений экологического баланса, который приводит к деградации биогеоценозов. Загрязнение биосферы, в том числе и почвенного покрова, проявляется в антропогенном «привнесении в экосистему агентов различной природы, воздействие которых на живые организмы превышает природный уровень» [6, с. 8]. По виду воздействия различают следующие виды загрязнения почв:

*Ключевые слова:* экология, биосфера, почва, антропогенная деятельность, загрязнение почв, почвенный мониторинг.

- ◆ механическое — загрязнение почв осуществляется загрязнением мусором;
- ◆ химическое — связано с ухудшением химических свойств почв;
- ◆ физическое — отражает антропогенное воздействие, которое приводит к ухудшению физических характеристик почв;
- ◆ радиационное — связано с воздействием ионизирующего излучения, которое превышает природный уровень радиации;
- ◆ биологическое — связано с нарушением баланса экосистемы почв по причине привнесения чуждых живых организмов.

Решение проблемы экологии почвенного покрова требует рассмотрения вопросов «об источниках загрязнения почв в разных регионах, что позволяет обнаружить как общие, так и региональные закономерности негативного действия химических веществ в почвах» [4] (таблица 1).

«К самым опасным относятся загрязнение почв химическими веществами под влиянием антропогенной деятельности. Экологическую опасность для почв представляют тяжелые металлы, нефтепродукты, соединения серы и азота, радионуклиды, биоциды, удобрения» [6]. Загрязнение почв тяжелыми металлами связаны, в первую очередь, с производственной деятельностью человека. На первой позиции по степени загрязнения почвы тяжелыми металлами находятся предприятия горнодобывающей и металлургической промышленности, на долю которых

Таблица 1. Источники загрязнения почв в результате антропогенной деятельности [4]

Виды антропогенной деятельности	Источники загрязнения почв
Промышленность и энергетика	твердые промышленные отходы, сточные воды, выбросы в атмосферу, радиоактивные отходы
Добыча полезных ископаемых	пустая порода в отвалах и хвостохранилищах, запыление атмосферы, сточные воды, запыление окружающих территорий
Транспорт	выхлопные газы в атмосфере, потери при транспортировке руд, горючего, химикатов, остатки смазочных масел и других нефтепродуктов
Сельское хозяйство	минеральные удобрения, мелиоранты, оросительные воды, стоки и твердые отходы животноводческих комплексов, биоциды, структурообразователи, соленые грунтовые воды
Коммунальное хозяйство	дымовые газы, бытовые твердые отходы, бытовые химикаты

Таблица 2. Концентрация химических элементов в почвах в зоне влияния промышленных предприятий [2]

Источники загрязнения	Тип производства	Коэффициент концентрации (Кс)*	
		От 2 до 10	Более 10
Цветная металлургия	Производство цветных металлов непосредственно из руд и концентратов	Pb, Zn, Cu, Ag	Sn, Bi, As, Cd, Sb, Hg, Se
	Вторичная переработка цветных металлов	Pb, Zn, Sn, Cu	Hg
	Производство твердых и тугоплавких цветных металлов	W	Mo
	Производство титана	Ag, Zn, Pb, B, Cu	Ti, Mn, Mo, Sn, V
Черная металлургия	Производство легированных сталей	Co, Mo, Bi, W, Zn	Pb, Cd, Cr, Zn
	Железородное производство	Pb, Ag, As	Zn, W, Co, W
Машиностроительная и металлообрабатывающая промышленность	Производство суперфосфата	Sr, Zn, F	Редкие земли, Cu, Cr, As
	Производство пластмасс	-	Y, Ag
	Производство цемента	-	Hg, Sr, Zn
	Производство бетонных изделий	-	-
Полиграфическая промышленность	Шрифтолитейные заводы, типографии	-	Pb, Zn, Sn
Твердые бытовые отходы крупных городов, используемые в качестве удобрений	-	Pb, Cd, Sn, Cu, Ag, Sb, Zn	Hg
Осадки канализационных сточных вод	-	Pb, Cd, W, Ni, Sn, Cr, Cu, Zn	Hg, Ag
Сточные воды для орошения	-	Pb, Zn	Cu *

\* Кс — отношению содержания элемента в исследуемом объекте к его фоновому содержанию

Таблица 3. Территории РФ с опасной категорией загрязнения почв тяжелыми металлами ( $32 \leq Z_f < 128$ ) по результатам почвенного мониторинга с 2013 по 2021 гг. [1]

Населенный пункт	Год наблюдений	Зона обследования вокруг источника (км)	Приоритетные техногенные металлы
Иркутская область			
г. Свирск	2016 2020	УМН-1, 0,5	Свинец, медь, кадмий
Свердловская область			
г. Кировград	2013 2018	От 0 до 5	Свинец, медь, цинк, кадмий
г. Ревда	2014	УМН, 1 От 0 до 1	Медь, свинец, кадмий, цинк
г. Реж	2013 2018	От 0 до 5	Никель, кадмий, хром, кобальт, цинк
Республика Северная Осетия-Алания			
г. Владикавказ	2015	От 0,2 до 2	Кадмий, свинец, медь, цинк, ртуть
Красноярский край			
г. Норильск	2018	Территория города	Медь, никель, кобальт
Нижегородская область			
г.о.г. Дзержинск	2021	Земли спецназначения ул. Науки	Ртуть, свинец, медь
Новосибирская область			
г. Новосибирск	2021	Кировский район	Олово, цинк, кадмий

приходится до 35% загрязнения. Вторую позицию в качестве источников загрязнения почв тяжелыми металлами занимают тепловые электростанции, составляющие 27%. На долю нефтеперерабатывающих предприятий приходится до 15% загрязнения почв, транспортных средств — 13%, строительной промышленности — до 8% загрязнений [2]. Таким образом, в оценке химического загрязнения почв в результате антропогенной деятельности большое внимание уделяется загрязнению тяжелыми металлами, основными источниками которых являются отходы промышленности, энергетики и транспорта.

Ведущие отрасли промышленного производства выбрасывают отходы, для которых характерен особый комплекс химических загрязняющих веществ, поступающих в форме твердых, жидких и газообразных выбросов. На территориях «вокруг промышленных предприятий, как правило, концентрация загрязняющих химических веществ в почве превышает предельно допустимые концентрации в десятки и сотни раз» [2] (таблица 2).

Международная конвенция об оценке воздействия на окружающую среду к экологически опасным относит следующие виды производств:

- ♦ атомная промышленность — к ней относятся установки, предназначенные для производства обогащенного ядерного топлива, регенерации отработанного ядерного топлива или сбора, удаления и переработки радиоактивных отходов;

- ♦ энергетика — атомные, гидравлические и тепловые электростанции, крупные установки для сжигания топлива;
- ♦ черная и цветная металлургия — а именно установки для доменного, мартеновского производств, предприятия черной и цветной металлургии, машиностроительные и металлообрабатывающие предприятия;
- ♦ производство, хранение, транспортировка и уничтожение боеприпасов, взрывчатых веществ и ракетного топлива;
- ♦ крупные склады для хранения нефтяных, нефтехимических, химических продуктов, пестицидов;
- ♦ предприятия легкой промышленности [6, с. 12–13].

В целях оптимизации мероприятий по охране окружающей среды повышается роль почвенного мониторинга, который является важнейшим элементом экологического мониторинга. Экологический мониторинг почв представляет собой систему оценки структуры и функционирования почвы, которая позволяет получить информацию о ее состоянии и выстроить прогноз по ее изменению. Показатели почвенного мониторинга «должны нести в себе информативность, отражая состояние почв как компонента экосистемы, чувствительность к смене экологической обстановки, доступность методов аналитического определения, правильность и воспроизводимость результатов их аналитического определения, обеспечивающие сопоставимость данных» [6, с. 81].

Почвенный мониторинг позволяет обнаружить массовые доли тяжелых металлов, нефти и нефтепродуктов, фтора, нитратов, сульфатов и других химических веществ, нарушающих экосистему окружающей среды. Особое внимание уделяется оценке загрязнения почв тяжелыми металлами. Для проведения почвенного мониторинга за загрязнением почв тяжелыми металлами приоритет при выборе территорий отдают населенным пунктам, на которых расположены крупные промышленные предприятия. Отдельного внимания заслуживают урбанизированные территории, которые характеризуются широким разнообразием природных и антропогенных факторов, оказывающих негативное влияние на экосистему городов. Почвенный покров городов формируют почвы и техногенные поверхностные образования, которые претерпевают антропогенно-преобразованные трансформации как химической, так и механической природы.

Мониторинг за содержанием в почвах фоновых площадок загрязняющих химических веществ в 2021 г. проводился на территориях Центрального федерального округа (Московская область), Дальневосточного федерального округа, Сибирского федерального округа (Иркутской, Кемеровской, Новосибирской, Омской и Томской областей), Уральского федерального округа (Свердловской области), Приволжского федерального округа (Республики Башкортостан, Республики Татарстан, Удмуртской Республики, Чувашской Республики, Нижегородской, Оренбургской и Самарской областей). «Одним из важнейших нормативов, позволяющих оценивать, является ПДК/ОДК этого вещества в почвах в соответствии с СанПиН 1.2.3685—21» [5].

Результаты почвенного мониторинга, проведенного с 2013 по 2021 гг., показали, что «за период наблюдений к опасной категории загрязнения почв относились 4,3% исследованных территорий, к умеренно опасной — 9,2%. Почвенный покров 86,5% населенных пунктов РФ показали допустимую категорию загрязнения тяжелыми металлами» [1, с. 26].

Мониторинг почв по регионам РФ показал, что «опасный уровень загрязнения почв тяжелыми металлами обнаружен в Иркутской области на территории г. Свирск ( $Z_{\text{ф}}=54$ ), в Красноярском крае на территории г. Норильск ( $Z_{\text{ф}}=123$ ), в г. Владикавказ на территории двухкилометровой зоны от ОАО «Электроцинк» ( $Z_{\text{ф}}=112$ ), почвы однокилометровой зоны от ОАО «СУМЗ» в г. Ревда ( $Z_{\text{ф}}=52$ ), почвы городов Кировград ( $Z_{\text{ф}}=46$ ) и Реж ( $Z_{\text{ф}}=49$ ) Свердловской области, почвы спецназначения ул. Науки г.о.г. Дзержинск Нижегородской области ( $Z_{\text{ф}}=63$ ), почвы Кировского района г. Новосибирска ( $Z_{\text{ф}}=65$ )» [1, с. 26] (таблица 3).

Одна из самых загрязняющих отраслей — нефтедобывающая промышленность, которая входит в десятку экологически опасных. «Экологически негативное влияние нефтяного загрязнения характеризуется нарушением естественных ландшафтов местности и потерей сельскохозяйственных земель, загрязнением промышленной зоны нефтепромыслов токсичными веществами, повышением уровня подземных вод и образованием мелких засоленных озер» [6]. На территории РФ в 2021 г. был проведен мониторинг загрязнения почв нефтепродуктами в «Республике Татарстан, в Удмуртской Республике, в Чувашской Республике, в Иркутской, Кемеровской, Омской, Нижегородской, Оренбургской и Самарской областях вблизи наиболее вероятных мест загрязнения» [1]. По результатам наблюдений в 2021 г. содержание нефтепродуктов в почвах г. Казани превышало фоновый уровень (Ф) в 3,3–4,8 раза. В почвах г. Нижнекамска среднее содержание нефтепродуктов превышало фоновый уровень в 4 раза, в почвах г. Самары среднее содержание нефтепродуктов составило 18,8 Ф, максимальное — 47 Ф. Мониторинг почв г. Глазов Удмуртской Республики выявило загрязнение нефтепродуктами, при котором среднее содержание соответствовало 48 Ф, а максимальное — 345 Ф. Концентрация нефтепродуктов в почвах Автозаводского и части Ленинского районов г. Нижнего Новгорода составила 4,5 Ф, максимальное содержание достигло 22 Ф. Оценка почв спецназначения в районе ул. Науки г.о.г. Дзержинск показала, что средние массовые доли нефтепродуктов в почве соответствовали 7 Ф, максимальная концентрация — 19 Ф. Среднее содержание нефтепродуктов в почвах г. Чебоксары составило 8 Ф, максимальное содержание — 24 Ф. [1]. Таким образом, согласно почвенному мониторингу, на территории всех нефтегазовых промыслов РФ обнаруживается загрязнение почв нефтепродуктами, что является важной экологической проблемой. Данные мониторинга требуют реализации комплексного подхода к оценке степени загрязнения и деградации почв, который позволит выработать оптимальные меры по защите почв, позволяющих справляться с растущей антропогенной нагрузкой на экосистему регионов страны.

Итак, проблемы влияния антропогенной деятельности на экологию почв в настоящее время приобретают особую значимость. Одним из опасных видов деградации почв под влиянием антропогенной деятельности является их загрязнение, которое оказывает непосредственное негативное влияние на биосферу, в том числе на человека. Это требует проведения почвенного мониторинга и комплексного изучения характера нарушений биосферы, в том числе структуры и состава почв, с учетом региональной специфики с целью сохранения баланса экосистем различных регионов страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ежегодник. Загрязнение почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения в 2021 году. — Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун». 2022. — 131 с.
2. Корчагина К.В. Оценка загрязнения городских почв тяжелыми металлами с учетом профильного распределения их объемных концентраций: диссертация ... кандидата биологических наук: 03.02.13 / Корчагина Кристина Викторовна. — М., 2014. — 145 с.
3. Мотузова Г.В., Карпова Е.А. Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия: учеб. пособие. — М.: Изд-во Московского университета, 2013. — 304 с.
4. Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв: Учебное пособие для вузов / Под ред. Д.С. Орлова, В.Д. Васильевской. — М.: Изд-во МГУ, 1994. — 272 с.
5. СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». — URL: <https://fsvps.gov.ru/sites/default/files/npa-files/2021/01/28/sanpin1.2.3685-21.pdf>
6. Середина В.П. Загрязнение почв: учебное пособие. — Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2015. — 346с.

© Германова Светлана Евгеньевна (germanova-se@rudn.ru), Фёдорова Татьяна Александровна (fedorova-ta@rudn.ru),  
Петухов Николай Владимирович (petukhov-nv@rudn.ru), Рыжова Татьяна Александровна (ryzhova-ta@rudn.ru),  
Зинченко Александра Валерьевна (zinchenko-av@rudn.ru).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский Университет Дружбы Народов