

вариабельна и зависит от степени преобразованности органического вещества. Наблюдается протонирование и разрушение комплексов РЗЭ и радионуклидов при pH ниже 2,5.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 23-27-00140*

#### Литература

1. Белькевич, П.И. Торф и проблема защиты окружающей среды / П.И. Белькевич, Л.Р.Чистова. – М.: Наука и Техника, 1997. – 60 с.
2. Chen, Y. Information provided on humic substances by E4:E6 ratios / Y. Chen, N. Senesi, M. Schnitzer // Soil Sci. Soc. Am. J. – 1977. – V. 41. – P. 352-358.
3. Choppin, G. R., & Morgenstern, A. (2001). Distribution and movement of environmental plutonium. Radioactivity in the Environment, 1(C), 91 – 105. [https://doi.org/10.1016/S1569-4860\(01\)80009-7](https://doi.org/10.1016/S1569-4860(01)80009-7)
4. De Haan, H. Applicability of light absorbance and fluorescence as measures of concentration and molecular size of dissolved organic carbon in humic Laken Tjeukemeer / H. De Haan, T. De Boer // Water Res. – 1987. – V. 21. – P. 731–73.
5. Romanchuk, A. Y., Vlasova, I. E., & Kalmykov, S. N. (2020). Speciation of Uranium and Plutonium From Nuclear Legacy Sites to the Environment: A Mini Review. 8(August), 1 – 10. <https://doi.org/10.3389/fchem.2020.00630>

### ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ МЕТОДОМ ФИТОТЕСТИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ТОМСКА)

**Храмов А.Е.**

Научный руководитель доцент С.В. Азарова

***Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия***

В настоящее время в почву попадает всё больше загрязняющих веществ. Масштабное загрязнение почвенного покрова оказывает влияние на условия роста и развития растений, жизнедеятельность животных и микроорганизмов. Использование методов фитотестирования позволяет оценить суммарное влияние загрязняющих веществ на живые организмы. В последнее время появляется всё больше научных работ, посвящённых фитотестированию почв, что доказывает актуальность данного исследования [7, 8].

Цель: оценка фитотоксичности почвогрунтов на территории города Томска.

Задачи: изучить влияние промышленных предприятий на витальные, морфометрические показатели тест-объектов (гороха и пшеницы), оценить хроническую фитотоксичность почв.

Исследования проводились на территории г. Томск в 2023 г. Для оценки воздействия промышленных предприятий и городской среды на экологическое состояние почв было выбрано 7 участков, расположенных в зоне воздействия промышленных предприятий: ОАО «Томский инструмент», ГРЭС-2, ОАО «Томский кирпичный завод», ОАО «Томский электроламповый завод», ОАО «МАНТОМЬ», ОАО «Томский радиотехнический завод» и 1 фоновый участок (в п. Победа).

Отбор проб проводился по стандартной методике сотрудниками отделения геологии Томского политехнического университета [9].

Расчет витальных (всхожесть/фитотоксичность) и морфометрических (ИТ – индекс толерантности, ИМ – индекс массы) параметров тест-культур проводился по ГОСТ Р ИСО 18763-2019. Хроническая фитотоксичность почвы в отношении высших растений определялась по ГОСТ Р ИСО 22030-2009.

Стандарт ГОСТ Р ИСО 18763-2019 «Почвы. Оценка токсичности почвы на ранних стадиях развития высших растений» описывает методику оценки токсичности почвы на начальных стадиях роста высших растений. В рамках этой методики проводятся испытания с использованием семян высших растений, высаженных в почвенные контейнеры, чтобы оценить их способность к прорастанию, росту и развитию на ранних стадиях. Методика включает в себя оценку влияния загрязнителей на прорастание семян, длину корней, высоту растений, массу растений и другие параметры на начальных этапах их развития. Эта методика позволяет оценить токсичность почвы на ранних стадиях развития растений.

Стандарт ГОСТ Р ИСО 22030-2009 «Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений» описывает методику оценки хронической фитотоксичности почвы на высшие растения. Методика включает в себя проведение длительных экспериментов, обычно длительностью от нескольких недель до нескольких месяцев, с использованием различных видов высших растений. В ходе эксперимента оценивается влияние почвы на рост, развитие и здоровье растений на протяжении всего периода исследования. В рамках данной методики проводятся измерения таких параметров, как выживаемость растений, высота, масса растений. Эта методика позволяет оценить долгосрочное воздействие почвы на высшие растения и определить хроническую фитотоксичность почвы.

Результаты, полученные по яровой мягкой пшенице, свидетельствуют о большей токсичности почв, расположенных вблизи ОАО «МАНТОМЬ» и ОАО «Томский кирпичный завод» (рис. 1). Общая тенденция стимуляции роста растений не наблюдается на участках ОАО «МАНТОМЬ» и ОАО «Томский кирпичный завод». Анализ результатов по отношению к гороху посевному показал, что в почвах участков исследования подавление роста и развития семян наблюдается в образцах, отобранных на 6 и 7 участках, это может быть связано с тем, что в почвах на данных участках наблюдается высокое содержание шлака и цементированных частиц.

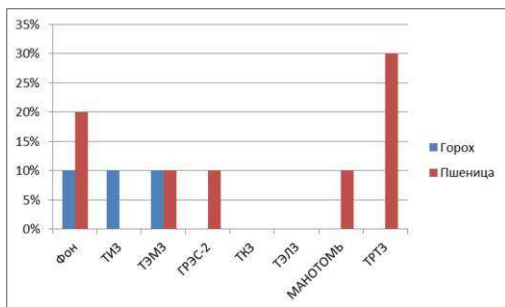


Рис. 3. Фитотоксичность почв по отношению к гороху и пшенице

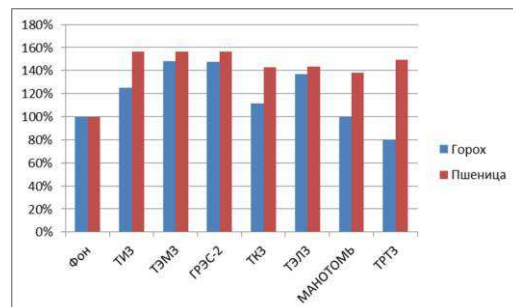


Рис. 4. Значение показателя индекса массы тест-культур

Наибольшее увеличение показателя индекса массы растений отмечено в образцах, отобранных вблизи ОАО «Томский электромеханический завод» и ГРЭС-2: это может быть связано с тем, что в почвах на данных участках наблюдается высокое содержание частиц угля и золы, которые стимулируют рост и развитие растений (рис. 2). Данные ИМ и ИТ согласуются в части сходных тенденций для определенных участков, что связано с взаимозависимостью показателя роста и формирования массы растения.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Среди анализируемых тест-параметров наиболее чувствительны длина проростка и корня растения, а показатель всхожести семян мало информативен.

2. Влияние предприятий выразилось в увеличении индексов толерантности и массы растений. Наименьшее увеличение показателя индекса массы растений отмечено в образцах, отобранных вблизи ТКЗ и «МАНТОМЬ», а индекса толерантности в образцах, отобранных вблизи ТЭЛЗ и ТРТЗ.

3. Значения фитотоксичности почв участков, индексов толерантности и массы растений свидетельствует о загрязнении почв, отобранных вблизи «МАНТОМЬ» и ТРТЗ.

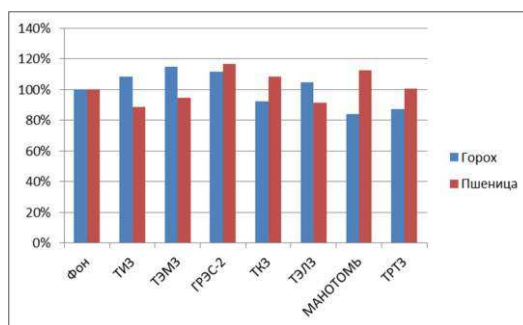


Рис. 5. Значение показателя индекса толерантности тест-культур

#### Литература

1. Ашихмина Т.Я. Экологический мониторинг: учебно-методическое пособие – Киров: ООО «Типография «Старая Вятка», 2012. – 95 с.
2. Воронина Л. П., Поногайбо К. Э. Подход к выбору методов фитотестирования для исследования почв // Агрохимия. – 2021. – № 9. – С. 75-79.
3. Жорняк Л. В. Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв дис. – 2009.
4. Киреева Н.А., Водопьянов В.В., Григориади А.С. Загрязнения почвы транспортом // Известия Самарского научного центра РАН, 2015. – №1-4. – С. 102-108.
5. Тишин А.С. Фитотестирование почв, загрязненных нефтепродуктами// Международный научно-исследовательский журнал. – 2020 – № 12. – (102).
6. Хоружая Т.А., Никаноров А.М. Глобальная экология: Учебное пособие. – М: Книга сервис. Приор., 2003. – 288 с.
7. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем/ Под ред. Р. Шуберта; Пер. с нем. Г. И. Лойдиной, В. А. Турчаниновой: под ред. Д. А. Криволуцкого. - М. Мир. – 1988. – 348 с.
8. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки. Постановление Госкомитета СССР по стандартам от 08.02.1985 № 283. – Москва: Изд-во Стандартов, 1985. – 10 с.
9. ГОСТ Р ИСО 22030-2009. Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений.

#### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СНЕГОВОГО ПОКРОВА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ (Г. УСОЛЬЕ-СИБИРСКОЕ)

Цветкова Е.А.

Научный руководитель научный сотрудник В.И. Полетаева  
Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, Россия

Поступление веществ техногенного происхождения от промышленных производств в окружающую среду – основной предмет геоэкологических исследований. Миграция загрязнителей в природно-техногенных системах,