

аэрофотосъемки в паспортизации. Алгоритм применения методов, предлагаемых автором, направлен на повышение эффективности природоохранных работ и решение существующих методологических проблем.

По результатам выполнения экономических расчётов стоимости применения предлагаемых методов можно сделать вывод, что со второго года цена работ снизится в 2 раза по сравнению с ценой существующих методов использования космосъемки во время поиска нефтезагрязнений на начальном этапе инвентаризации и не использования беспилотных средств при полевом обследовании потенциально загрязнённых участков. Экономическая эффективность обуславливается исключением погрешности при поиске нефтезагрязненных земель и повышением эффективности выполнения полевых обследований, исключив вероятность срыва работ.

Литература

1. Алексеева М.Н., Яценко И.Г. Спутниковый мониторинг состояния окружающей природной среды в зоне воздействия нефтегазового комплекса Томской области // Материалы сборника «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» – 2022. – Т. 19. – № 1. – С. 158–169.
2. Гордиенко А.С., Кулик Е.С. Данные дистанционного зондирования земли при оценке эколого-экономического ущерба от загрязнений окружающей среды нефтью // Вестник СГУГиТ. Т.26. 2021. № 2. DOI: 10.33764/2411-1759-2021-26-2-37-46
3. Кенжегариев С.Е. Влияние нефтезагрязнений на восстановление экологических систем // Журнал ВЕСТНИК МАНЭБ. – 2018 г. – 23-2. – С.86-88.
4. Кочетова Ж.Ю. Экомониторинг нефти и нефтепродуктов в объектах окружающей среды. Воронеж: Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», 2016. – 204 с.
5. Рыльский И.А., Калинин И.В. Сравнение пригодности данных воздушного лазерного сканирования и аэрофотосъемки с БПЛА для обеспечения проектных работ // Материалы Международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС». – 2017. – Т23. – №3. – DOI: 10.24057/2414-9179-2017-3-23-31-46
6. Старовойтов А.В., Фаттахов А.В., Оценка объемов вырубки леса с использованием данных дистанционного зондирования земли // «Ученые записки казанского университета. серия естественные науки». – 2021. – Т. 163. – С. 591–602.
7. Постановление правительства РФ от 10.07.2018 № 800 О проведении рекультивации и консервации земель (с изменениями на 07.03.2019 года)
8. ГОСТ 17.4.3.01-2017 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.
9. ГОСТ 17.4.4.02-2017 Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
10. ГОСТ Р59060-2020 Национальный стандарт РФ. Классификация нарушенных земель в целях рекультивации.

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ МАТЕРИАЛА ОТХОДОВ ХВОСТОХРАНИЛИЩ АЛТАЙСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА С ПРИМЕНЕНИЕМ В КАЧЕСТВЕ ТЕСТ-ОБЪЕКТА *DROSOPHILA MELANOGASTER*

Зезюн К.А.

Научный руководитель доцент С.В. Азарова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Актуальность. Токсичность материала отходов хвостохранилищ может оказать негативное влияние, как на экосистемы, так и на здоровье человека. Биотестирование является одним из эффективных методов оценки влияния загрязняющих веществ на организм.

Цель работы: оценить токсичность материала отходов хвостохранилищ Алтайского горно-обогатительного комбината с применением *Drosophila melanogaster* в качестве тест-объекта.

Задачи: провести литературный обзор на тему применения в качестве тест-объекта плодовой мушки *Drosophila melanogaster*, оценить токсичность проб материала отходов хвостохранилищ Алтайского горно-обогатительного комбината с применением *Drosophila melanogaster* в качестве тест-объекта.

Плодовая мушка *Drosophila melanogaster* – это универсальный модельный организм, который на протяжении многих лет используется в биомедицинских исследованиях для изучения широкого спектра явлений и позволяет проводить крупномасштабные исследования при низких затратах [1].

В последнее время плодовые мушки все чаще используются в качестве тест-объектов для определения влияния на живые организмы различных веществ и химических соединений, например, таких как тяжелые металлы и их комбинации [2], аэрозоли, а также полиамидные микропластики [3]. В одном из последних масштабных экспериментов, где в качестве биомониторов выступали *Drosophila melanogaster*, было установлено, что соединения титана, которые применяются для производства упаковок для молока, являются опасными для организма [4].

Методика. Пробы были отобраны с хвостохранилища Алтайского горно-обогатительного комбината, расположенного на северо-западной окраине города Горняк.

Для проведения оценки токсичности были взяты линии дрозофил *yellow* и *singed*. В каждую пробирку помещали 3 самца линии *singed* и 3 виргинных самки линии *yellow*. После скрещивания были получены гибриды.

Для эксперимента была приготовлена специальная питательная среда, состоящая из смеси дистиллированной воды, агар-агара, дрожжей, манной крупы, сахара и пропионовой кислоты. Затем истертые до пудры пробы были помещены в съедобную среду, концентрация составляла 0,2%.

При определении воздействия материала отходов хвостохранилищ учитывались следующие показатели: морфозы, сроки развития и высота подъема куколок над средой.

Результаты исследования:

В исследуемых пробах отмечались следующие морфозы: загнутые, удвоенные, надломленные и укороченные щетинки.

Для подтверждения токсического проводится расчет показателя χ^2 (Хи-квадрат). Он рассчитывается по формуле:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E},$$

где O – фактически наблюдаемое значение параметра, E – теоретически ожидаемое значение параметра.

Теоретическое значение χ^2 в данной работе равно 3,84, так как число степеней свободы равно 1.

Таблица 1

Исходные данные для расчета

Номер пробы	Контроль	Опыт	Всего
С морфозами	10	23	33
Без морфоз	212	277	489
Всего	222	300	522

Расчет теоретического количества мушек с морфозами и без был выполнен по следующей формуле:

$$N = \frac{\sum i \times \sum j}{\sum k},$$

где $\sum i$ – общее количество мушек в определенном эксперименте (контроль / опыт), $\sum j$ – количество мушек с морфозами в обоих экспериментах, $\sum k$ – общее количество мушек в обоих экспериментах (контроль + опыт, самцы + самки).

Таблица 2

Результаты расчета теоретического количества мушек с морфозами и без

	Контроль	Опыт
С морфозами	14	19
Без морфоз	208	281

Используя формулу 1, было рассчитано значение χ^2 равное 1,97.

Максимальная высота подъема куколок над средой в контроле – 5,3 мм, в пробе – 15,4 мм. Любые отклонения от нормы, в данном случае от контроля, свидетельствуют о возможном воздействии проб отходов на живые организмы.

Сроки развития в контрольной среде и среде с пробой были одинаковыми.

Вывод. Материал отходов хвостохранилища Алтайского горно-обогатительного комбината не оказал токсического воздействия на плодовых мушек *Drosophila melanogaster*.

Литература

1. Климова А. А., Языков Е. Г., Шайхив И. Р. Минералого-геохимическая специфика буровых шламов нефтяных месторождений на примере объектов Томской области // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331. – № 2. – С. 102-114.
2. Genotoxicity responses of single and mixed exposure to heavy metals (cadmium, silver, and copper) as environmental pollutants in *Drosophila melanogaster* / E. Demir, F. Turna Demir // Environmental Toxicology and Pharmacology. – 2024. V. 106. – Art. 104390
3. Intake of polyamide microplastics affects the behavior and metabolism of *Drosophila* [Text] / L. Zhong, H. Jin, H. Tang, Y. Xu, X. Liu // Chemosphere. – 2022. – V. 308. – P. 3
4. Titanium-doped PET nanoplastics, from opaque milk bottle degradation, as a model of environmental true-to-life nanoplastics. Hazardous effects on *Drosophila* [Text] / M. Alaraby, A. Villacorta, D. Abass, A. Hernández, R. Marcos // Environmental Pollution. – 2024. – V. 341. – Art. 122968

АНАЛИЗ ПРИРОДООХРАННЫХ ТРЕБОВАНИЙ В ЧАСТИ ПОБОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ И РЕАЛИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТА В ПРОГРАММЕ «1С: ЭКОЛОГИЯ. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

Казакова А.О.¹, Черноштан А.В.²

Научный руководитель доцент Д.В. Наркович¹

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²ООО «Производственная безопасность и экология», г. Томск, Россия

Побочная продукция является неотъемлемой частью производственного процесса во многих отраслях промышленности. В связи с этим происходящие изменения в природоохранных требованиях к обращению с побочными продуктами производства являются важным аспектом экологической политики и требуют системного