

часть (пробы почвы – 4, 9; пробы дорожной пыли – 4, 9-10) – почва –  $103,8 \cdot 10^{-5}$  СИ, дорожная пыль –  $183,17 \cdot 10^{-5}$  СИ; восточная часть (проба почвы – 1, проба дорожной пыли – 1) – почва –  $60,3 \cdot 10^{-5}$  СИ, дорожная пыль –  $289,3 \cdot 10^{-5}$  СИ; западная часть (пробы почвы – 3, 4, 9; пробы дорожной пыли – 3-4, 9-10) – почва –  $87,9 \cdot 10^{-5}$  СИ, дорожная пыль –  $358,93 \cdot 10^{-5}$  СИ. Среднее значение магнитной восприимчивости для всей территории торгового центра «ЛЕТО»: почва –  $81,15 \cdot 10^{-5}$  СИ; дорожная пыль –  $345 \cdot 10^{-5}$  СИ.

По проведенным исследованиям можно сделать вывод, что дорожная пыль является наиболее информативным индикатором загрязнения территории в зоне воздействия Томского инструментального завода. Подобные исследования расширяют возможности использования магнитной восприимчивости для экспрессной оценки загрязнения территорий в комплексе с дорожной пылью для других территорий города.

#### Литература

1. Томский инструмент. Википедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BC%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9%D0%B8%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82>
2. Способ определения техногенной загрязненности почвенного покрова тяжелыми металлами группы железа (железо, кобальт, никель): Пат. 2133487. Россия, МПК6, G 01 V 9/00. Язиков Е.Г., Миков О.А.; Томский политехн. Ун-т. № 98100689; Заявл. 08.01.98; Опубл. 20.07.99
3. Язиков Е.Г., Осипова Н.А., Таловская А.В., Осипова К.Ю. Магнитная восприимчивость дорожной пыли как индикатор загрязнения в зоне угледобычи // Оптика атмосферы и океана. – 34. – № 6 (2021). – С. 435-439.
4. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В., Минералогия техногенных образований, учеб. пособие / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 53 с.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Егоров Е.К.

Научный руководитель профессор Н.В. Гусева

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

В настоящее время в связи с активной разработкой нефтяных месторождений остро стоит вопрос об охране окружающей среды от нефтезагрязнений. Согласно Федеральному закону № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, которая оказывает прямое или косвенное негативное воздействие на окружающую среду, должны проводиться мероприятия по охране окружающей среды, включающие в себя рекультивацию нарушенных земель. Правила проведения работ по рекультивации земель и разработке проектов рекультивации регламентируются постановлением Правительства № 800 «О проведении рекультивации и консервации земель» (далее – Постановление № 800). В соответствии с Постановлением № 800 проекты рекультивации разрабатываются на основании результатов полевого обследования земель, проводимого в рамках работ по инвентаризации нефтезагрязнённых земель.

Применяемые методы выполнения инвентаризации нефтезагрязнённых земель несут в себе ряд сложностей, с которыми сталкиваются исполнители этих работ.

Часто встречающаяся проблема в рамках инвентаризации – низкий процент верного определения потенциально загрязнённых земель посредством дешифрирования космоснимков (в некоторых случаях процент верного определения составляет 40 %). Зачастую водные объекты, обводненные участки и другие объекты ошибочно определяются как потенциально загрязнённые земли. Методические, временные и финансовые издержки низкой эффективности дешифрирования космоснимков являются актуальной проблемой отрасли. Вопрос повышения эффективности работы с данными дистанционного зондирования, полученными из космоса, является актуальным для научного сообщества. Учитывая практический опыт исполнителей работ и научные работы из области дистанционных методов исследования, можно сделать вывод, что существующие методы пассивной и активной спутниковой космической съемки не позволяют достоверно идентифицировать загрязнённые нефтью земли [1-4].

В рамках полевого обследования существует ряд проблем, осложняющих или подвергающих риску срыв работ. К осложняющим факторам определения границ нефтезагрязнённых земель во время установления координат на местности можно отнести следующие проблемы: непроходимость местности пешим ходом или наземным транспортом; вероятность встречи с крупными дикими животными, такими как медведи, лоси и т.д.

С целью повышения эффективности проведения природоохранных работ и снижения рисков срыва работ предлагается рассмотреть возможность использования беспилотных летательных средств, оснащенных специальным оборудованием для воздушного лазерного сканирования и цифровой фотокамерой для высококачественной аэрофотосъемки.

В связи с имеющимися данными о высокой информативности метода [6] и опытом эксплуатации в инженерно-строительных изысканиях рассматривается возможность использования технологии воздушного лазерного сканирования на этапе поиска нефтезагрязнённых земель. Опыт показал, что данные воздушного лазерного сканирования несут в себе высокоточную информацию о рельефе земной поверхности и объектов, находящихся на ней. Практически выяснилось, что лучи воздушного лазерного сканирования не отражаются от водной поверхности (рис. 1). Данный факт дает основание полагать, что такая особенность может решить

проблему с ошибочным определением нефтезагрязнений. Необходимо изучить вопрос оптических свойств нефти при взаимодействии с лазерными лучами, а также провести опытно-промышленные исследования. Ранее исследования на предмет обнаружения лазером воздушного сканирования нефтезагрязнений не проводились.



**Рис. 1. Обработанные данные воздушного лазерного сканирования**

Также предлагается использовать в качестве данных дистанционного зондирования Земли аэрофотосъемку вместо космосъемки ввиду установленной разницы в оперативности получения данных, в разрешении (качестве) (рис. 2) и дороговизны. Более того, известно, что сочетание воздушного лазерного сканирования и аэрофотосъемки высокоинформативно и эффективно в обследовании земной поверхности [5].



**Рис.2. Сравнение космоснимка с аэрофотоснимком**

Для установления границ нефтезагрязнений и рекогносцировки местности на этапе обследования загрязненного участка предлагается использовать беспилотный летательный аппарат и аэрофотосъемку. Данный метод направлен на исключение рисков срыва работ по причине непроходимости местности и высокой вероятности встречи с крупными дикими животными. Опытно-производственные исследования показали высокую эффективность применения беспилотников при обследовании нефтезагрязнённых участков (рис. 3).



**Рис. 3. Аэрофотоснимок, сделанный с БПЛА, в рамках обследования нефтезагрязнённого участка**

С учетом предлагаемых технологий был составлен алгоритм действий, который включает в себя применение аэрофотосъемки и воздушного лазерного сканирования в инвентаризации и применении

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

По результатам выполнения экономических расчетов 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 загрязненных 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 Р 59060-2020 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 биоиндикаторов 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%.