

ние первых 5 мин на круговой площадке обнаруживается более половины пар почти у 2/3 видов птиц. Для получения более точных данных необходимы повторные учеты в тех же самых точках [5]. В зависимости от функции обнаружения птиц (полунормальной, логнормальной) используются различные формулы плотности населения [6]. Точечный учет представляет собой маршрут с точками учета, распределенными равномерно по всей его длине (нитка с нанизанными точками-бусинками) [7].

Для нашего исследования мы взяли семь различных водоемов, в которых мы могли бы теоретически встретить чомгу (таблица). Она была обнаружена на территории четырех из них. По нашим данным можно сделать вывод, что на территории г. Казань доминирующими видами являются кряква и озерная чайка. Также встречаются такие редкие для города виды, как красноголовый нырок, серый журавль, хохотунья и лебедь шипун. Чомга обитает в наибольшем количестве в водах Среднего и Нижнего Кабана.

Таблица

Учет птиц на территории водоемов г. Казань

Водоем	Дата	Чомга (<i>Podiceps cristatus</i>)	Кряква (<i>Anas platyrhynchos</i>)	Лысуха (<i>Fulica atra</i>)	Красноглазый нырок (<i>Aythya ferina</i>)	Озерная чайка (<i>Chroicocephalus ridibundus</i>)	Серый журавль (<i>Grus grus</i>)	Лебедь (<i>Cygnus olor</i>)	Хохотунья (<i>Larus cachinnans</i>)
Оз. Верхний Кабан	03.09.2020	4	12	2	2	76			
Оз. Средний Кабан	03.09.2020	67	8						
Оз. Нижний Кабан	03.09.2020	27	142			61			
	17.09.2020	25	130			24		1	
	08.10.2020	79	312			279		2	1
Р. Казанка со стороны ул. Чистопольская	10.09.2020	1	35	2			1		
	10.09.2020	20	36	84		23			1
Р. Казанка к востоку от моста Милениум	17.09.2020	5	11	137		34			
	10.09.2020	6	24	8		3			
Водоем по ул. Фатыха Амирхана	17.09.2020		28	1					
Р. Булак	24.09.2020		18			1			
Оз. Харовое	15.09.2020		57	5		7			

Список литературы

1. Латыпова Л.И., Рахимов И.И. Большая поганка (*Podiceps cristatus*) и другие водоплавающие на водоемах г. Казани // Успехи современного естествознания. 2014. № 8. С. 40–41.
2. Рахимов И.И. Авифауна Среднего Поволжья в условиях антропогенной трансформации естественных природных ландшафтов. Казань: Новое знание, 2002. 270 с.
3. Андреев В.А. О гнездовании чомги (*Podiceps cristatus*) и лысухи (*Fulica atra*) в Казани // Русский орнитологический журнал. 2012. Т. 21, экспресс-выпуск 747. С. 842–843.

4. Винокуров А.А. Об учете птиц в горных лесах. Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. М.: АН СССР, 1963. С. 148–151.

5. Muller Y. Les recensements par indices ponctuels d'abondance (I.P.A.) conversion en densites de population et test de la method // Alauda. 1987. 55 (13). С. 211–226.

6. Челинцев Н.Г. Метод расчета плотности населения птиц при учетах на круговых площадках / Всесоюзное совещание по проблеме кадастра и учета животного мира: тез. докл. Уфа, 1989. С. 404–405.

7. Боголюбов А.С. Методы учетов численности птиц: маршрутные учеты. М.: Экосистема, 1996.

Применение биологического метода рекультивации нефтезагрязненных земель на территории города Томска

Сапега А.А., Цибулькинова М.Р.

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, г. Томск

Проведены работы методом биологической рекультивации нефтезагрязненных земель на территории г. Томска в период с 30 июля по 16 сентября 2020 г. По результатам работ изучалась эффективность биологической рекультивации нефтезагрязненных земель.

Ключевые слова: рекультивация, нефтезагрязнение, углеводородокисляющие микроорганизмы, эффективность работ.

В настоящее время в мире все больше внимания уделяется проблемам экологической направленности. Одной из крупнейших проблем является загрязнение земель нефтепродуктами. В процессе добычи углеводородного сырья, а также его транспортировки, переработки и хранения могут происходить аварийные ситуации, которые сопровождаются разливом нефти и нефтепродуктов. По данным Министерства природных ресурсов и экологии РФ, ежегодные потери нефти и нефтепродуктов в результате аварийных ситуаций составляют около 7% от всей добытой нефти [1]. От аварий несут убытки не только компании, занимающиеся добычей, переработкой и транспортировкой нефти и нефтепродуктов, в первую очередь, причиняется значительный вред окружающей среде. После разливов происходит деградация почв, что ведет не только к потере плодородности почвы, но и к гибели местной флоры и фауны.

Современные методы ликвидации нефтяного загрязнения ландшафтов включают химические, физико-химические, термические, электрические и электромагнитные, акустические и ультразвуковые, а также биологические методы [2]. Большинство из представленных методов дорогостоящие, часто не обеспечивают полноты очистки, и эффективность может проявляться только при определенном уровне загрязнения.

Традиционным методом ликвидации последствий разливов нефти и нефтепродуктов является выемка, вывоз и захоронение загрязненных земель в строго отведенных для этого местах – полигонах. Данный метод сравнительно дешевый, но с точки зрения охраны окружающей среды, – нерациональный. Загрязненные нефтью грунты способны сохраняться сотни лет без изменения, тем самым являясь потенциальным источником опасности загрязнения. Также для создания полигонов следует уделять внимание полной и надежной их изоляции от всех компонентов природной среды. Данный метод не способен решить проблему с загрязненной почвой, так как потенциально плодородный слой земли отправляется на консервацию и исключает возможность восстановления почвы до первоначальных характеристик.

В США и Канаде широко применяются технологии, основанные на электрохимических методах. Суть данного метода заключается в пропускании электрического тока через загрязненные грунты, где, в свою очередь, происходит электролиз воды в поровом пространстве, электрофлотация, электрокоагуляция и электрохимическое окисление. При применении такого метода расход электроэнергии составляет примерно 32–160 кВт·ч/м³ почвы, стоимость варьируется от 86 до 260 долларов за 1 м³ почвы [3].

На территории России одним из широко применяемых методов удаления нефтяных загрязнений из почвы на месте является их уничтожение путем сжигания. Этот способ имеет множество отрицательных последствий. Для осуществления данного метода производят сбор нефтезагрязненного грунта и складировать его в амбарах. К таким амбарам предъявляются жесткие требования со стороны законодательства РФ. Амбары должны иметь мощный гидроизоляционный слой, чтобы избежать проникновения загрязняющих веществ в грунтовые воды. Во избежание распространения загрязняющих элементов во вне тела амбара обязательно должна быть крепкая обваловка по всему периметру амбара

[4]. На этапе строительства амбара уже идут крупные временные и экономические затраты. При утилизации нефтезагрязненного грунта методом сжигания происходит вторичное загрязнение окружающей среды за счет образования продуктов неполного сгорания углеводородов. Наблюдается также выгорание растений, семян, органических составляющих почвы и нарушение биоценоза в целом. Поэтому этот метод применим лишь в случае возникновения критической аварийной ситуации, при больших разливах нефтепродуктов, когда создается угроза источникам питьевого водоснабжения и близко расположенным грунтовым водам.

Биологические методы рекультивации основываются на биоремедиации. Это подход, который использует метаболические возможности микроорганизмов для разложения или превращения органических загрязнителей в безвредные продукты путем минерализации [5]. Предлагаемый метод является эффективным, низкочастотным и не оказывает негативного воздействия на экосистемы. Недостаточная эффективность биологического метода рекультивации может заключаться в специфических свойствах загрязняющих веществ, физико-химических особенностях почвы и экологических факторах. Одним из важных факторов, который определяет эффективность применения биоремедиации, является подбор активных штаммов микроорганизмов-нефтедеструкторов. Известно, что в северных районах России процессы биодеструкции углеводородов с участием аборигенных углеводородокисляющих микроорганизмов замедлены, а универсальные биопрепараты для восстановления почв при низких температурах недостаточно эффективны.

Специалистами компании ООО «Дарвин-Сервис» в 2014 г. был разработан биопрепарат «Абориген», выпускаемый по ТУ 9291-001-28828893-2015. В состав биопрепарата включены штаммы углеводородокисляющих микроорганизмов, выделенные из природных экосистем (нефтезагрязненные почвы с Советского месторождения нефти Александровского района Томской области). «Абориген» – жидкий биопрепарат с плотностью микроорганизмов не менее 2×10^8 (200 млн клеток в 1 мл). Используется при проведении мероприятий по рекультивации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, при обезвреживании нефтешламов и нефтезагрязненных грунтов, а также водных объектов. Данный биопрепарат получил положительные отзывы с опытно-промышленных испытаний, проводимых на территории Вынгапуровского и Петелинского нефтяных месторождений Ямало-Ненецкого автономного округа.

С помощью биопрепарата-нефтедеструктора «Абориген» в августе 2020 г. производилась рекультивация нефтезагрязненного участка площадью 0,39 га на территории деревообрабатывающего предприятия, расположенного в г. Томске. С нарушенного участка была отобрана проба и направлена в ОГБУ «Облкомприрода», отдел Томского СИГЭКиА для определения количественного содержания нефтепродуктов.

По данным протокола результатов измерений № 1470, концентрация нефтепродуктов на нарушенном земельном участке составляла 1559 мг/кг. Согласно Письма Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ от 27.12.1993 г. № 04-25-61-5678 «О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами», превы-

шение количества нефтепродуктов было более чем в 1,5 раза. Оно обусловлено тем, что на данном участке долгое время проводилась мойка автотранспорта. Наружный участок не имеет твердого покрытия и гидроизоляционного слоя, тем самым произошло загрязнение почвы нефтепродуктами (бензин, дизель, моторные и трансмиссионные масла).

Для очистки территории приготовили рабочий раствор из расчета 8 л биопрепарата «Абориген» на 4 м³ пресной воды, данное количество достаточно для обработки участка площадью 0,39 га. Целесообразно биопрепарат наносить совместно с растворенными минеральными удобрениями (азофоска). Удобрения растворяют из расчета 100 кг/2 м³ воды. Внесение биопрепарата осуществляют с помощью мотопомпы из разборного резервуара или с автоцистерны после проведения работ по фрезерованию (таблица).

Таблица

Схемы внесения биопрепарата «Абориген» и минеральных удобрений

Уровень загрязнения	Кратность	Схема внесения
До 100 г/кг (менее 10%)	Одно-, двукратное	Биопрепарат: 10/10 л Азофоска: 150/100 кг
100–250 г/кг (10–25%)	Двух-, трехкратное	Биопрепарат: 15/10 кг Азофоска: 200/100 кг
Более 250 г/кг (более 25%)	Трехкратное	Биопрепарат: 15/10/5 кг Азофоска: 200/100/50 кг

По истечению 30 дней после внесения биопрепарата и дальнейшего соблюдения технологической схемы, составленной технологом ООО «Дарвин-Сервис», в которой указаны нормы внесения удобрений и микробиологического деструктора, была отобрана проба почвы и направлена в ОГБУ «Облкомприрода», отдел Том-

ского СИГЭКиА. По результатам протокола измерений № 1696, остаточное содержание нефтепродуктов в почве после проведения рекультивационных мероприятий составило 607 мг/кг. Снижение концентрации нефтепродуктов в почве произошло более чем в 2,5 раза. На протяжении производства работ температура окружающей среды была не ниже 18 °С.

По состоянию на 2020 г. стоимостный показатель 1 л биопрепарата «Абориген» составлял 2300 руб. Исходя из расчетов, 1 л данного биопрепарата можно обработать 0,05 га или 500 м², следовательно, стоимость данного метода варьируется от 80 до 130 руб. за 1 м² почвы.

Таким образом, исходя из лабораторных результатов, были сделаны выводы, что в условиях г. Томска эффективно применение биологического метода рекультивации нефтезагрязненных земель с помощью углеводородоокисляющих штаммов микроорганизмов. При правильном подходе восстановление земель с помощью рекультивации значительно сокращает сроки, чем при самостоятельном восстановлении почвенного покрова.

Список литературы

1. Боярко Г.Ю. и др. Актуальные вопросы экономики природопользования. Томск: ООО «СТТ», 2017. 122 с.
2. Ossai I.C., Ahmed A., Hassan A., Hamid F.S. Remediation of soil and water contaminated with petroleum hydrocarbon: a review // Environmental Technology & Innovation. 2020. Vol. 17. P. 100526. DOI: 10.1016/j.eti.2019.100526.
3. Научно-техническая энциклопедия. М., 2003. 859 с.
4. Тетельмин В.В., Язев В.А. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. Долгопрудный: Интеллект, 2009. 352 с.
5. McMillen S.J., Lambert D. Lessons Learned on E&P Biotreatment: Landfarming Guidelines, Land Treatment Guidelines, Composting Guidelines. Richmond, California: Chevron Research & Technology Company, 1998. 241 p.

Повышение экологической грамотности старшеклассников путем участия в разработке дизайн-проектов территорий

Седелникова Н.Е.

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, г. Томск

В статье рассматривается методологическая разработка, направленная на изучение аспектов ландшафтной архитектуры учащимися старших классов и создание школьниками ландшафтного дизайн-проекта городской территории. Отмечена актуальность проблемы отсутствия экологической грамотности у населения. Показана возможность повышения привлекательности экологического образования среди учеников старших классов общеобразовательных школ. Предложены рекомендации по внедрению программы в образовательных организациях.

Ключевые слова: ландшафтная архитектура, дополнительное образование, ТРИЗ-педагогика, профориентация, soft skills.

Вопрос благоустройства городских территорий является одной из актуальных проблем городской экологии. Кроме грамотной планировки территории, прокладки коммуникаций и изучения социальных процессов на территории важно уделять особое внимание озеленению. Озеленение территорий снижает антропогенную нагрузку, в частности загазованность и шумовое загрязнение [1], выполняет фитомелиоративную функцию, поглощая из почвы и закрепляя в фитомассе тяжелые металлы, таким образом исключая их из оборота в городских эко-

системах [2]. Разреженность или отсутствие озеленения плохо сказывается на психоэмоциональном состоянии горожан [3].

В настоящее время ухудшение экологической обстановки в городах происходит из-за стремительных темпов развития промышленности и урбанизации территорий и отсутствия экологической грамотности среди населения. Люди уничтожают газоны множеством способов: это и стихийная парковка, и вытаптывание, и выгул домашних животных [4]. Застройщики