УДК 504.5

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПАРЦЕЛЛ- И QR-КОДИРОВАНИЕ КАК ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ПАСПОРТИЗАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННЫХ УЧАСТКОВ

Мухаметшина Э.Р., Аитов И.С.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет филиал в г. Нижневартовске»,
Нижневартовск, e-mail: muhametshina.elwina2015@yandex.ru

В работе описывается инновационный метод объёмной оценки и паспортизации нефтезагрязнённых земельных участков, позволяющий дать точную оценку по объёмным содержаниям определённых лимитирующих факторов (в статье рассматриваются такие факторы, как нефтезагрязнения, хлориды и pH) и улучшить систему учёта и паспортизации нефтезагрязнённых участков. Данная методика подразумевает построение 3D-моделей, табличную систематизацию концентраций и объёмов нефтезагрязнений, усовершенствование паспортизации вышеуказанных участков с помощью специальных QR-кодов и созданных нами парцелл-кодов. Шкалирование табличных сведений обуславливает цветность содержания объёмных моделей. Описываемая методика позволяет осуществлять дифференциацию участков и их части на рекультивационные группы. Они ориентируют на адресное использование выделяемых финансов. В основном число слоёв варьируется в пределах 4–5 парцелл. Для проведения рекультивационных работ зачастую доступны только первые три парцеллы, располагающиеся на глубинах 0–10, 10–30, 30–60 см соответственно, а четвёртая и пятая парцеллы малодоступны в связи с глубиной расположения (60–110 см и ниже). Табличная систематизация и пространственно-упорядоченные представления результатов исследований продуцируют синергетический эффект. Он проявляется в получении точных данных, необходимых для проведения эффективных рекультивационных работ и продуктивного использования финансов. При этом методика позволяет облегчить и в то же время повысить объективность паспортизации нефтезагрязнённых земельных участков, отразить качественные и количественные объёмно-временные параметры участков, повышает удобство, оперативность и надёжность учёта, передачи и хранения данных, а также позволяет сократить затраты, необходимые для проведения эффективных рекультивационных работ на нефтезагрязнённых участках земли.

Ключевые слова: нефтезагрязнённые участки, эффективная рекультивация, улучшения систематизации и паспортизации участков, оценка нефтезагрязнения, концентрации хлоридов и pH в почвогрунтах земельного участка, 3D-модели, QR-коды и парцелл-коды

3D MODELING, QR CODING AND PARCEL CODING AS AN INNOVATIVE WAY TO REPRESENT AND CERTIFY OIL-CONTAMINATED SITES

Mukhametshina E.R., Aitov I.S.

Industrial University of Tyumen branch in the city of Nizhnevartovsk, Nizhnevartovsk,
e-mail: muhametshina.elwina2015@yandex.ru

The article describes an innovative method of volumetric assessment and certification of oil-contaminated land plots, which allows to give an accurate assessment of the volume content of certain limiting factors (the article considers such factors as oil pollution, chlorides and pH) and improve the system of accounting and certification of oil-contaminated sites. This method includes building 3D models, tabular systematization of oil pollution concentrations and volumes, as well as improving the certification of the above-mentioned territories using special QR codes and site codes created by us. The scaling of tabular information determines the color content of three-dimensional models. The described method allows you to differentiate sections and parts of them into reclamation groups. They are focused on the targeted use of the allocated funds. In General, the number of layers varies between 4–5 sections. Only the first three sections, located at depths of 0–10 cm, 10–30 cm and 30–60 cm, respectively, are often available for reclamation, while the fourth and fifth sections are inaccessible due to their depth (60–110 cm and below). Tabular systematization and spatially ordered representations of research results give a synergistic effect. This is reflected in obtaining accurate data necessary for effective reclamation work and productive use of finances. The method makes it possible to simplify and at the same time increase the objectivity of certification of contaminated land, reflect the qualitative and quantitative spatial and temporal parameters of plots, increases the convenience, efficiency and reliability of accounting, transfer and storage, and also reduces the costs necessary for effective reclamation work on contaminated land.

Keywords: oil-contaminated sites, effective reclamation, improved systematization and certification of sites, oil pollution, concentration of chlorides and pH in the soil of the land plot, 3D models, QR codes and parcel codes

На сегодняшний день нефтедобывающая отрасль Российской Федерации сталкивается с немаловажной проблемой – загрязнение почвогрунтов нефтесодержащими жидкостями. Для устранения этой проблемы и поддержания экологической безопасности нефтедобывающим предприятиям

необходимо проводить рекультивационные работы, которые являются малоэффективными, что ведёт к трудностям сдачи участков природоохранным службам. Затруднения в проведении эффективной рекультивации связаны с отсутствием пространственно-упорядоченных представлений о распо-

ложении загрязнений и объёмных данных об их концентрации и параметрах в почвогрунтах [1]. И как следствие, обозначенная проблема влечёт за собой нерациональную трату финансов. В среднем, чтобы провести рекультивационные работы, необходимо потратить от 500.000 до 2.000.000 рублей за гектар загрязнённого грунта. Цена зависит от степени загрязнённости участка и сложности проведения работ, включая полные затраты на проведение работы. Как правило, отдача от затраченных средств не превышает 30 % [2]. Из этого становится очевидно, что пришло время применения новых подходов для решения данной проблемы. Поэтому мы предлагаем методику представления загрязнений в виде 3D-моделей и табличной систематизации их концентраций и объёмов. Шкалирование табличных сведений обуславливает цветность концентрации загрязнения в объёмной модели. Описываемая методика позволяет осуществлять дифференциацию участков и их части на рекультивационные группы. Они ориентируют на адресное использование выделяемых финансов. Табличная систематизация и пространственно-упорядоченные представления результатов исследований продуцируют синергетический эффект. Он проявляется в получении пространственно-временных параметров состояния нефтезагрязнённых участков, повышении эффективности рекультивации, продуктивном использовании финансов. В свою очередь, создание QR-кодов и парцелл-кодов позволяет оптимизировать процесс учёта и паспортизации нефтезагрязнённых земельных участков.

Для апробации данной методики нами был исследован нефтезагрязнённый участок Самотлорского месторождения под условным регистрационным номером X-Y-ZZZZ.

Цели исследования:

1) совершенствование методики представления параметров нефтезагрязнённого участка в трёхмерном и табличном виде для более точного представления о нефтезагрязнениях в почвогрунтах;

2) создание QR-кодов и парцелл-кодов для облегчения процесса учёта и паспортизации нефтезагрязнённых земельных участков.

Материалы и методы исследования

Исследование осуществлялось в несколько этапов

1. Фотографирование и создание картосхем исследуемого участка. Отбор проб

и проведение количественного химического анализа (КХА).

2. Разработка цветных шкал по содержаниям исследуемых лимитирующих факторов в почвогрунтах (нефтепродуктов, концентрации хлоридов и кислотности). Построение трёхмерных моделей и создание таблиц, отражающих данные объёмного содержания нефтезагрязнений в парцеллах исследуемого земельного участка.

3. Создание QR-кодов и парцелл-кодов для повышения объективности паспортизации нефтезагрязнённых земельных участков, удобства, оперативности и надёжности учёта, передачи и хранения данных.

Картосхемы исследуемого участка были созданы с помощью геоинформационной системы Mapinfo Ptofessional, построение 3D-моделей осуществлялось с помощью программы AutoCAD 2016.

Результаты исследования и их обсуждение

1. Корректировка местоположения, границ и описание нефтезагрязнённых участков. Проведены их топографическая съёмка и фотографирование (рис. 1 и 2). Деление участков на части: выделы и парцеллы. Формирование иерархической системы из 3 уровней по каждому участку. 1 наимельчайший уровень – парцелла, как один из четырёх слоёв в границах выдела; 2 уровень – выдел участка с набором четырёх парцелл; 3 уровень – весь участок в совокупности выделов и парцелл. Отбор проб осуществлялся зимой и летом для получения более точных данных.

2. Отбор проб почвогрунта на участках. Проведение анализа КХА. Оформление результатов КХА в табличной форме (табл. 1).

Исследования по КХА проводились аккредитованной лабораторией «НИПИ-Нефть» в 2016 г. Погрешность измерений минимальна (~1 %).

3. Шкалирование и расцветка значений pH и содержания нефтезагрязнений и хлоридов (табл. 2).

Низкое содержание нефтепродуктов ведёт к резкому снижению продуктивности и гибели практически 50 % растительного покрова. Среднее загрязнение ведёт к полному уничтожению древостоя и кустарников в течение 10 лет. Сильное загрязнение приводит к полному разрушению фито- и биоценоза в течение 1 года [3].

Расчёт объёмов выделов участков, глубинных пластов и загрязнений представлен в табл. 3.

Рис. 1. Один из снимков исследуемого участка

Рис. 2. Топографическая карта

Таблица 1

Данные количественного химического анализа

Выдел	Парцелла (глубина отбора проб), см	Рассматриваемый лимитирующий фактор		
		Содержание нефтепродуктов, $\frac{\text{мг}}{\text{кг}}$	Содержание хлоридов, $\frac{\text{мг}}{\text{кг}}$	Содержание единиц pH
a	0–10	495100	—	—
	20–30	173200	5335	5,5
	40–60	026160	14995	4,2
	90–110	009630	13350	3,6
b	0–10	305800	1984	6,4
	20–30	013800	4260	5,5
	40–60	004850	7048	4,4
	90–110	008700	7133	4,0
c	0–10	215800	291	4,8
	20–30	463900	1456	5,5
	40–60	016500	8285	4,0
	90–110	295100	8138	3,6
d	0–10	712000	—	—
	20–30	484700	—	—
	40–60	385800	2617	5,3
	90–110	140300	1522	5,0

Таблица 2

Шкала загрязнения нефтепродуктами

Содержание нефтепродуктов, %	Цвет	Образец цвета
0–1,0	зеленый	
1,1–3,0	желтый	
3,1–6,0	оранжевый	
6,1–10,0	светло-коричневый	
10,1–15,0	темно-коричневый	
15,1–25,0	розовый	
25,1–40,0	светло-красный	
> 40,0	темно-красный	

Таблица 3

Объём остатков нефтепродуктов, м³

Выдел	Объём остатков нефтепродуктов, м ³				Всего, м ³
	парцелла «а» (0,1 м)	парцелла «б» (0,2 м)	парцелла «в» (0,3 м)	парцелла «г» (0,5 м)	
a	—	3,17 (0,012)	—	—	3,17
b	13,64 (0,078)	4,06 (0,012)	5,72 (0,011)	—	23,42
c	10,79 (0,072)	10,7 (0,04)	—	—	21,49
d	10,96 (0,078)	5,25 (0,019)	—	—	16,21
Итого	35,39	23,18	5,72	—	64,29

Рис. 3. Трёхмерная модель загрязнения нефтепродуктами земельного участка X-Y-ZZZZ.
Пояснения к рисунку: «а», «б», «с», «д» – номера выделов исследуемого участка

Таблицы, идентичные табл. 2 и 3, были созданы и для объёмного отражения показателей содержания хлоридов и концентрации кислотности в почвогрунтах исследуемого участка.

4. Создание 3D-моделей участков с отображением каждой парцеллы в объёме и цвете (рис. 3).

Трёхмерные модели разбиваются на выделы и парцеллы по определённым показателям. Например, по особенностям рельефа, увлажнению, растительности, концентрации разлитой нефти и т.д. В основном площадь таких зон не более 0,2 га [4].

Аналогичные модели были построены по концентрации кислотности pH в почвогрунтах исследуемого участка.

5. Распределение выделов и парцелл участка на рекультивационные группы:

а) выдел и/или парцелла участка, на которых требуется проведение биологического типа рекультивации;

б) выдел и/или парцелла участка, на которых требуется проведение технического типа рекультивации;

в) выдел и/или парцелла участка, на которых в настоящее время невозможно достижение требуемых результатов

при проведении биологической рекультивации вследствие отсутствия необходимых или недостаточности существующих технологий;

г) выдел и/или парцелла участка, на которых проведение биологической рекультивации временно является нецелесообразным вследствие высокой вероятности их повторного загрязнения из-за недостаточной эксплуатационной надёжности трубопроводов.

6. Создание QR-кодов и парцелл-кодов для усовершенствования процесса учёта и систематизации нефтезагрязнённых участков. Данная кодировка позволит ускорить, объективизировать и унифицировать получение и использование информации [5] (рис. 4).

Рис. 4. QR-код трёхмерной модели нефтезагрязнённого земельного участка

Парцелла представляет собой наименьшую часть нефтезагрязнённого участка, выделяемую на пересечении выдела (зоны точки отбора проб) и слоя. Каждая парцелла обладает рядом характеристик, параметров. Их можно кодировать. Например, **X-Y-ZZZZ/846/350/г**. В данном случае шифр обозначает: 1) номер участка; парцелла в зоне точки 84 слоя б; объём составляет 350 м³; превышение содержания нефтепродуктов над допустимым уровнем в пределах от 31 до 40%. Вариантов форм и видов кодирования можно выбрать множество, главное – соблюдать единообразие. Парцелл-кодирование предваряет QR-кодирование.

Практическая значимость исследования:

– 3D-модели нефтезагрязнённых участков позволяют сделать точную их оценку и более адекватно выразить состояние;

– рассчитать объёмы и ресурсы предстоящих рекультивационных работ;

– оперативно отражать состояние участков, их динамику, прогнозировать изменения;

– QR-коды и парцелл-коды помогают автоматизировать обработку информации о состоянии участков, повысив объективность паспортизации нефтезагрязнённых участков, оперативность и надёжность учёта и хранения данных.

Заключение

Предлагаемая нами методика построения трёхмерных моделей, создания таблиц по объёмному содержанию нефтезагрязнений в почвогрунтах и разработки QR-кодов и парцелл-кодов помогает в объёме и цвете отразить качественные и количественные характеристики загрязнений почвогрунта рассматриваемыми факторами. Благодаря полученным точным данным при использовании данной методики становится возможным провести эффективные рекультивационные работы, необходимые для поддержания экологической безопасности. Использование методики позволит ускорить сбор и обработку информации, упростить паспортизацию нефтезагрязнённых участков, осуществить совмещение множества разнообразных баз данных из различных отраслей.

Результат данного исследования можно использовать в нефтедобывающей отрасли нашей страны для проведения эффективной рекультивации. Трёхмерная модель в объёме и цвете показывает загрязнения почвогрунтов по показателям нефтезагрязнения, содержания хлоридов и концентрации кислотности и позволяет наглядно продемонстрировать пространственные параметры участка [6]. Разработанные нами таблицы помогают определить точный объём загрязнений нефтепродуктами, содержание хлоридов и концентрацию pH в почвогрунтах исследуемых земельных участков. QR-коды и парцелл-коды помогают повысить оперативность и объективность паспортизации нефтезагрязнённых участков, надёжность учёта и хранения данных, предотвратить дублирование ввода сведений.

Список литературы / References

1. Мухаметшина Э.Р., Аитов И.С. Методика создания 3D-моделей и таблиц нефтезагрязнённых участков // «Опыт, актуальные проблемы и перспективы развития нефтегазового комплекса: материалы IX Международной научно-практической конференции обучающихся, аспирантов и ученых (г. Нижневартовск, 25 апреля 2019 г). Нижневартовск: Изд-во ТИУ, 2019. С. 48–50.

Mukhametshina E.R., Aitov I.S. Methodology for creating 3D models and tables of oil-contaminated sites // «Опыт, актуальные проблемы и перспективы развития нефтегазового комплекса: материалы IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii obuchayushchikhsya, aspirantov i uchenykh (g. Nizhnevartovsk, 25 aprelya 2019 g). Nizhnevartovsk: Izd-vo TIU, 2019. P. 48–50 (in Russian).

2. Лопатин К.И. Состояние окружающей среды и природных ресурсов в Нижневартовском районе в 2003-2005 гг. Нижневартовск: Югорский, 2016. 138 с.

Lopatin K.I. State of the environment and natural resources in Nizhnevartovsky district in 2003-2005 Nizhnevartovsk: Yugorskiy, 2016. 138 p. (in Russian).

3. Добринский Л.Н. Экология Ханты-Мансийского автономного округа. Тюмень: СофтДизайн, 2017. 288 с.

Dobrinskyi L.N. Ecology of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug. Tyumen': SoftDizayn, 2017. 288 p. (in Russian).

4. Чижов Б.Е. Лес и нефть Ханты-Мансийского автономного округа. Тюмень: Ю. Мандрики, 2008. 144 с.

Chizhov B.E. Forest and oil of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug. Tyumen': Yu. Mandriki, 2008. 144 p. (in Russian).

5. Банныков А.Г. Основы экологии и охрана окружающей среды. М.: Колос, 2011. 304 с.

Bannikov A.G. Fundamentals of ecology and environmental protection. M.: Kolos, 2011. 304 p. (in Russian).

6. Брылов С.А., Грабчак Л.Г., Комашенко В.И. Охрана окружающей среды. М.: Высш. шк., 2015. 272 с.

Brylov S.A., Grabchak L.G., Komashenko V.I. Environmental protection. M.: Vysh. shk., 2015. 272 p. (in Russian).