

Научная статья

Original article

УДК

doi: 10.55186/2413046X_2023_9_1_12

**ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЧВ ОСТРОВА САХАЛИН
ОБЪЕКТАМИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ
ASSESSMENT OF SAKHALIN SOIL CHANGE LEVEL BY OIL AND GAS
INDUSTRY FACILITIES**



Семёнов Владислав Олегович, аспирант направления «Науки о Земле», профиля «Геоэкология», институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИМГиГ ДВО РАН), 693022, РФ, Сахалинская область, г. Южно-Сахалинск, ул. Науки, 1Б

Попова Яна Павловна, кан.геогр.наук, доцент кафедры геологии и нефтегазового дела, ФГБОУ «Сахалинский государственный университет», 693007, РФ, Сахалинская область, г. Южно-Сахалинск, ул. Пограничная, 2

Semenov Vladislav Olegovich, Postgraduate student in the field of "Earth Sciences", profile "Geoecology", Institute of Marine Geology and Geophysics of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (IMGiG FEB RAS), 693022, Russian Federation, Sakhalin region, Yuzhno-Sakhalinsk, Nauki str., 1B

Popova Iana Pavlovna, Candidate of Geological Sciences, Associate Professor of the Department of Geology and Oil and Gas Engineering, Sakhalin State University, 693007, Russian Federation, Sakhalin Region, Yuzhno-Sakhalinsk, Pogranichnaya str., 2

Аннотация. Данная статья представляет собой исследование, направленное на оценку и анализ изменений почв под воздействием объектов нефтегазовой отрасли о. Сахалин.

Abstract. This article is a study aimed at assessing and analyzing soil changes under the influence of oil and gas industry facilities. Sakhalin.

Ключевые слова: Сахалин; почвы; нефтегазовая отрасль; степень изменения; месторождения; трубопроводы; площади

Keywords: Sakhalin; soils; oil and gas industry; degree of change; deposits; pipelines; areas

Нефтегазовая отрасль играет огромную роль в экономике Российской Федерации и острова Сахалин. Данная отрасль многогранна и включает в себя большое количество процессов. Между тем, объекты нефтегазовой отрасли способны оказывать негативное влияние на различные сферы окружающей среды. Одной из таких сфер является педосфера (почвенная оболочка Земли). Почвы претерпевают изменения вследствие строительства подобных объектов и их дальнейшей эксплуатации. Проблема данного воздействия является актуальной на сегодняшний день, поскольку на острове Сахалин расположены различные объекты инфраструктуры отрасли, находящиеся в эксплуатации, а также планируется дальнейшая разработка перспективных месторождений (Сахалинские шельфовые проекты) и, как следствие, еще большее расширение инфраструктуры нефтегазовой отрасли в будущем.

Методика оценки степени изменения почв острова Сахалин вследствие строительства объектов нефтегазовой отрасли включает в себя следующие этапы:

1. Дешифрирование объектов инфраструктуры нефтегазовой отрасли острова и последующее нанесение полигональных объектов на базовую карту в программном обеспечении ArcGIS [8];

2. Пространственная привязка растрового объекта (карты почв Сахалинской области) по известным координатам в ArcGIS. Дальнейшее нанесение видов почв в качестве полигональных объектов на базовую карту;

3. Пространственный анализ полученных данных в ArcGIS посредством нахождения пересечений между двумя группами полигональных

объектов. Создание третьей группы полигонов, отражающей пересечения между объектами нефтегазовой отрасли и видами почв;

4. Вычисление площадей полученных групп полигонов в проекции Equal Earth с использованием ArcGIS.

5. Обработка полученных данных и их анализ с последующей систематизацией и расчётом соотношения площадей, занимаемых объектами нефтегазовой отрасли, и площадей видов почв, на которых данные объекты расположены;

6. Определение степени изменения почв различных видов, по следующему критерию из таблицы 1 [7]. За основу данной классификации была взята методика геоэкологической оценки ландшафтов (Попова Я.П., 2022 год).

Таблица 1

Площадной критерий степени изменения почв

Класс геоэкологического состояния объекта	Площадь земель, нарушенных вследствие строительства объектов нефтегазовой отрасли (%)
Условно неизменные	Допустимое, <0.5
Слабоизмененные	Условно благоприятное, 1-2
Среднеизмененные	Неблагоприятное, 2-4
Сильноизмененные	Весьма неблагоприятное

В качестве основных материалов в исследовании использовались спутниковые снимки Landsat 7 и 8, а также карта Сахалинской области из национального атласа почв Российской Федерации масштабом 1:2 500 000 [6].

В качестве теоретической, а также практической основы для проведения дешифрирования объектов нефтегазовой отрасли легли труды отечественных, а также зарубежных специалистов в области геоэкологии и геоинформационных технологий [2, 3, 4,5, 9, 10]. На сегодняшний день дистанционное зондирование Земли активно применяется для оценки воздействия нефтегазовой отрасли на окружающую среду.

В качестве материалов для проведения дешифрирования объектов нефтегазовой отрасли применялись спутниковые снимки Landsat 7 и 8. В качестве программного обеспечения для дальнейшего пространственного анализа применялся ArcGIS.

Основным источником данных о видах почв острова Сахалин послужила карта почв острова из национального атласа почв Российской Федерации [6], являющейся на сегодняшний день наиболее актуальной.

В исследовании также применялись результаты ранее проведенного обзора объектов нефтегазовой отрасли с применением геоинформационных технологий [8]. Помимо этого, применялись труды иных отечественных специалистов, обзорающих актуальное состояние нефтегазовой отрасли Сахалина, а также рассматривающих Сахалинские нефтегазовые проекты с точки зрения их последующего развития [1].

Теоретической основой для оценки степени изменения почв является методика геоэкологической оценки ландшафтов Юго-Восточной части острова Сахалин [7], которая была видоизменена для проведения данного исследования.

На острове Сахалин расположены объекты инфраструктуры нефтегазовой отрасли, относящиеся к бурению, добыче, первичной подготовке, транспорту и хранению нефти и газа [8].

Общая площадь данных объектов составляет 186,3 км². Большая часть объектов располагается на территории Ногликского и Охинского районов. Объекты нефтегазовой инфраструктуры острова полностью отсутствуют в Александровск-Сахалинском, Невельском, Томаринском, Углегорском и Холмском районах. Распределение площадей по районам представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение площадей объектов нефтегазовой отрасли по районам

Район	Площадь района, км ²	Общая площадь объектов НГ, км ²	% от территории
Александровск-Сахалинский	4777	0	0,00%
Анивский	2685	1,7	0,06%
Долинский	2442	5,63	0,23%
Корсаковский	2624	3,7	0,14%
Макаровский	2148	7,8	0,36%
Невельский	1445	0	0,00%
Ногликский	11295	71,4	0,63%
Охинский	14816	74,5	0,50%
Поронайский	7284	4,1	0,06%
Смирныховский	10457	10,3	0,10%
Томаринский	3169	0	0,00%
Тымовский	6313	5,7	0,09%
Углегорский	3965	0	0,00%
Холмский	2279	0	0,00%
город Южно-Сахалинск	905	1,5	0,16%

Из общей площади 78,15 км² составляют трубопроводные системы: газопроводы Оха-Комсомольск-на-Амуре, Сахалин-Хабаровск-Владивосток, Чайво-Ботасино, нефтепровод Оха-Комсомольск-на-Амуре (выведен из эксплуатации), нефтепроводы проекта Сахалин-1, трубопроводная система проекта Сахалин -2. Данные о занимаемых площадях представлены в таблице 3.

Таблица 3

Трубопроводный транспорт острова Сахалин

Трубопровод	Площадь, км ²
Газопровод Оха-Комсомольск-на-Амуре	8,6
Газопровод Сахалин-Хабаровск-Владивосток	5,1
Газопровод Чайво-Ботасино	0,45
Нефтепровод Оха-Комсомольск-на-Амуре	8,1
Нефтепровод Сахалин-1	4,1

Промысловый нефтепровод Одопту-БКП-Чайво, Сахалин-1	3,3
Трубопроводы Сахалин-2	48,5

Оставшиеся 108,15 км² занимает наземная инфраструктура месторождений, а также иные производственные комплексы. Площади данных объектов указаны в таблице 4.

Таблица 4

Площадь наземной инфраструктуры нефтегазовой отрасли острова Сахалин

Наземный объект	Площадь, км ²	Наземный объект	Площадь, км ²
БКП «Чайво» и БП «Чайво»	3,8	ОБТК «Лунское»	2,2
Восточное Даги	1,6	ОБТК «Сахалин-2»	8,8
Восточное Эхаби	7,8	Одопту	2,3
Гастелло. Промежуточная станция	0,3	Одопту-море	0,5
Гиляку-Абунан	2,3	Окружное	3,8
ГКС «Сахалин»	1,2	Паромай	5,2
Западное Сабо	4,1	Сабо	3,5
Им. Мирзоева	2,8	Северная Оха	1,2
Катангли	2,7	Тунгор	2,3
Колендо	6,6	Уйглекуты	0,3
Комплекс «Пригородное»	2,4	Усть-Томи	0,6
Кыдыланьи	2,0	Усть-Эвай	7,6
Монги	10,4	Центральная Оха	3,1
Мухто	3	Шхунное	6,3
Набиль	2,2	Эхаби	3,2
Нижнее Даги	2,5	Южное Даги	1,3

На острове Сахалин распространены почвы следующих групп:

- Почвы тайги и хвойно-широколиственных лесов;
- Почвы широколиственных лесов и лесостепей;
- Гидроморфные почвы;

- Пойменные и маршевые почвы.

Прибрежные низменные зоны занимают торфяные болотные верховые почвы. Данный тип почв распространен в прибрежной полосе залива Терпения, Амурского лимана, пролива Невельского, северной части Александровского залива и северо-восточной части острова в районе заливов Набильский, Ныйский, Чайво и Пильтун. Кроме того, данные почвы встречаются и на северной оконечности острова в районе полуострова Шмидта. Также болотные верховые почвы встречаются на протяжении долины реки Поронай. Пойменные луговые почвы распространены только вдоль крупных рек Тымь и Поронай.

Район Восточно-Сахалинских гор характеризуется преобладанием буро-таежных иллювиально-гумусовых, буро-таежных перегнойно-аккумулятивных гумусовых и буро-таежных почв. Встречаются также подбуры сухоторфянистые.

Побережье к востоку от Восточно-Сахалинских гор характеризуется наличием подзолов иллювиально-железистых и иллювиально-гумусовых без разделения. Севернее до самого Набильского залива распространены торфяно- и торфянисто-подзолисто-глеевые почвы.

На протяжении гряды Западно-Сахалинских гор распространены те же виды почв, что и в районе Восточно-Сахалинских гор. Со стороны западного побережья распространены дерново-глеевые и перегнойно-глеевые почвы, начиная от залива Делангля и заканчивая районом севернее мыса Ламанон, а также в районе Александровского залива. Кроме того, данный вид почв занимает прибрежную полосу полуострова Крильон.

Полуостров Крильон характеризуется наличием бурых лесных кислых почв, данный вид распространен только лишь в данной части острова. Помимо этого, на полуострове встречаются и буро-таежные перегнойно-аккумулятивно-гумусовые почвы.

Тонино-Анивский полуостров характеризуется распространением буро-таежных почв. В районах озер распространены подзолы иллювиально-железистые и иллювиально-гумусовые без разделения.

Северо-Сахалинская равнина представлена преимущественно подзолами иллювиально-железистыми и иллювиально-гумусовыми без разделения, а также подзолами иллювиально-гумусовыми. Отдельные области занимают торфянисто- и торфянисто-глеевые болотные почвы. Области вблизи западного побережья характеризуются наличием торфяно- и торфянисто-подзолисто-глеевых почв. В районах небольших горных возвышенностей встречаются буро-таежные иллювиально-гумусовые почвы.

Полуостров Шмидта характеризуется наличием буро-таежных иллювиально-гумусовых почв в районе небольших возвышенностей. Между возвышенностями распространены почвы торфяные болотные верховые.

Торфяные болотные низинные болота встречаются в районе северного побережья бухты Лососей. Карта-схема почв острова Сахалин представлена на рисунке 1.

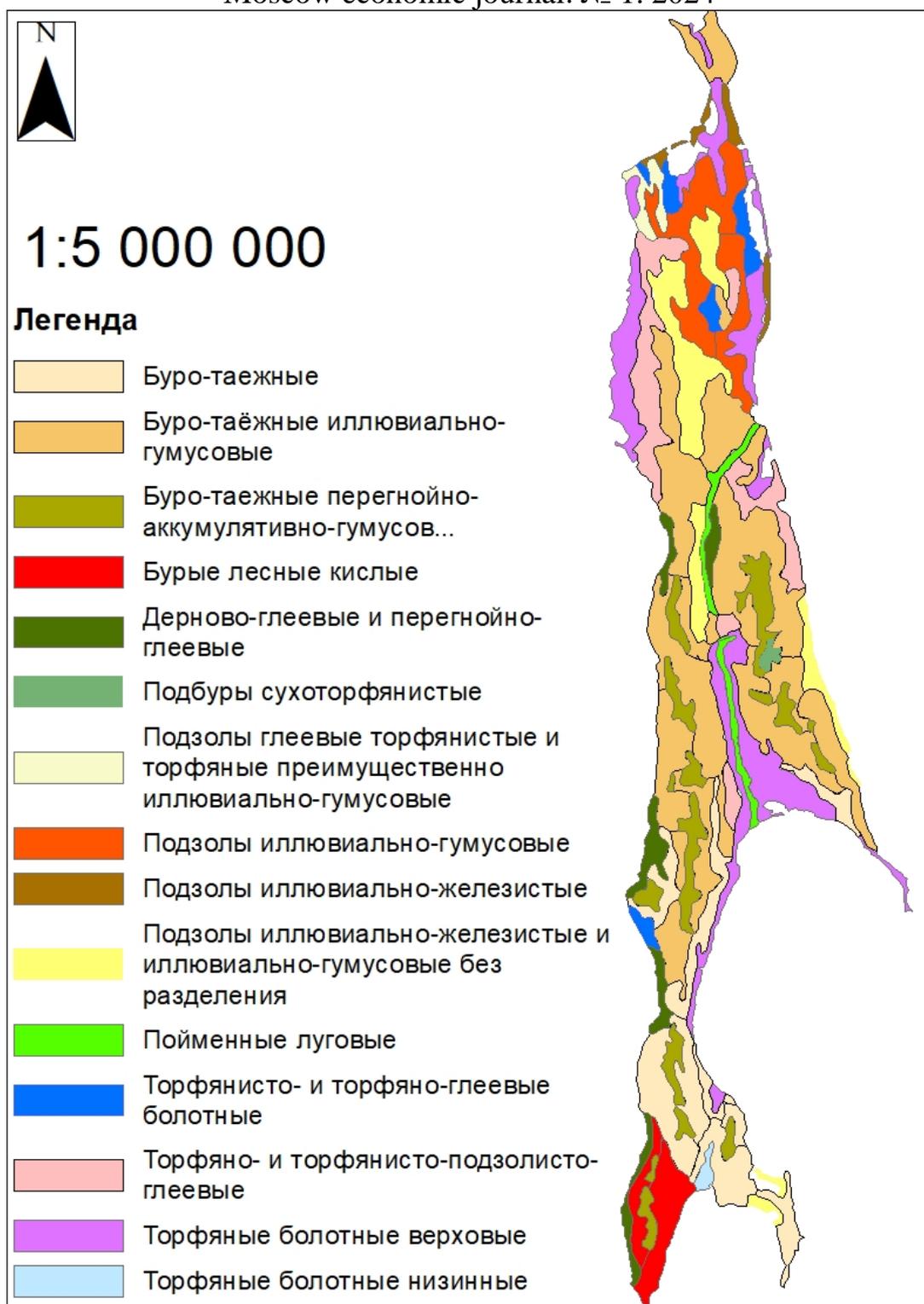


Рис.1. Карта-схема почв острова Сахалин

На рисунке 2 представлено распределение площадей основных видов почв.

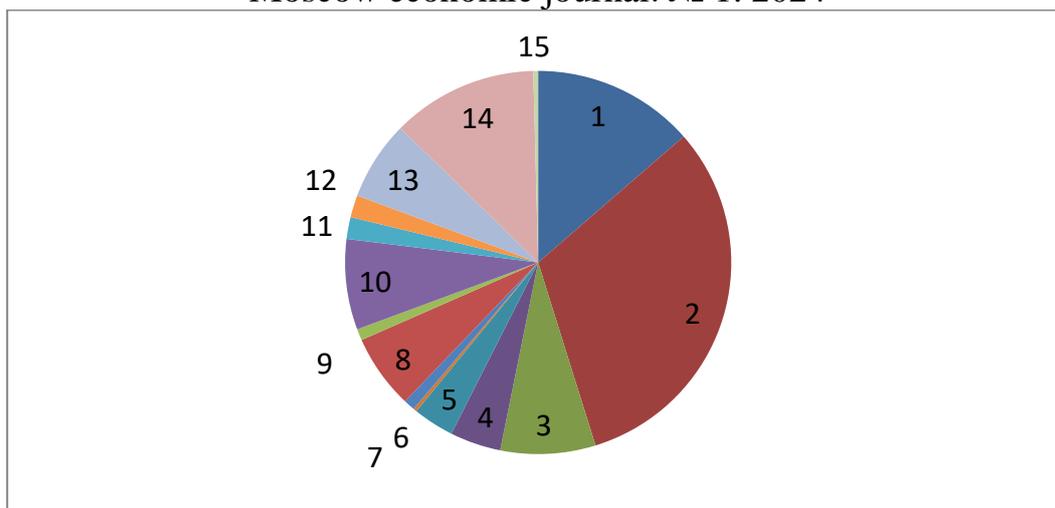


Рис.2. Распределение площадей среди почв острова Сахалин

1 - Буро-таежные, 2 - Буро-таежные иллювиально гумусовые, 3 - Буро-таежные перегнойно аккумулятивно гумусовые, 4 - Бурые лесные кислые, 5 - Дерново глеевые и перегнойно глеевые, 6 - Подбуры сухоторфянистые, 7 - Подзолы глеевые торфянистые и торфяные преимущественно иллювиально гумусовые, 8 - Подзолы иллювиально гумусовые, 9 - Подзолы иллювиально железистые, 10 - Подзолы иллювиально-железистые и иллювиально-гумусовые, 11 - Пойменные луговые, 12 - Торфянисто и торфяно глеевые болотные, 13 - Торфяно и торфянисто подзолисто глеевые, 14 - Торфяные болотные верховые, 15 - Торфяные болотные низинные

В таблице 5 представлены данные по общей площади почв различных видов, а также площадям, подвергшимся изменениям в ходе размещения на них объектов нефтегазовой отрасли. Данные были получены на основании дешифрирования объектов инфраструктуры нефтегазовой отрасли по спутниковым снимкам Landsat 7 и 8. В последующем объекты были нанесены на базовую карту в виде полигонов в программе ArcGIS. Для нанесения видов почв на базовую карту была произведена пространственная привязка растрового изображения (карты почв Сахалинской области) по известным координатам. В дальнейшем виды почв были перенесены на базовую карту в качестве полигональных объектов. Был произведен пространственный анализ посредством нахождения пересечений между двумя группами полигонов. Полученные площади были посчитаны в проекции Equal Earth в ArcGISc последующим анализом данных и их систематизацией.

**Площадь различных видов почв острова с учетом территорий,
 занятых НГ**

Тип почвы	Площадь почв, км²	Площадь НГ, км²	%
Буро-таежные	9964,5	12,4	0,12
Буро-таежные иллювиально гумусовые	23193,9	20,1	0,09
Буро-таежные перегнойно аккумулятивно гумусовые	5839,7	0	0,00
Бурые лесные кислые	3130	0,1	0,00
Дерново глеевые и перегнойно глеевые	2525	1,7	0,07
Подбуры сухоторфянистые	216,8	0	0,00
Подзолы глеевые торфянистые и торфяные преимущественно иллювиально гумусовые	692,1	0	0,00
Подзолы иллювиально гумусовые	4597,8	48,9	1,06
Подзолы иллювиально железистые	703,9	8,75	1,24
Подзолы иллювиально-железистые и иллювиально-гумусовые	5602,5	9,2	0,16
Пойменные луговые	1350,1	1,4	0,11
Торфянисто и торфяно глеевые болотные	1370,7	6,2	0,45
Торфяно и торфянисто подзолисто глеевые	4901,1	24,4	0,50
Торфяные болотные верховые	8981,1	51,6	0,58
Торфяные болотные низинные	295,2	1,6	0,53

Основываясь на результатах проведенного исследования, установлено, что наибольшая часть объектов нефтегазовой отрасли располагается в районах торфяных болотных верховых почв (51,6 км² или 27,7 % от общей площади объектов). Территории нефтегазовых объектов, площадь которых составляет 26,2 % (48,9 км²), приурочены к подзолам иллювиально-гумусовым. Другая значительная часть территории объектов (24,4 км², 13,1%) располагается на торфяно- и торфянисто-подзолисто-глеевых почвах. На буро-таёжных иллювиально-гумусовым почвах расположено 20,1 км² нефтегазовых объектов (10,7 % от общей площади всей инфраструктуры). Оставшиеся 22,3%

территории объектов нефтегазовой отрасли приурочены к остальным видам почв.

Оценив процентное соотношение площадей, занимаемых НГ объектами, к общей площади типа почвы, на которой объекты находятся, установлено, что наибольшему изменению подверглись подзолы иллювиально-железистые (1,24 %) и иллювиально-гумусовые (1,06 %). Торфянисто и торфяно-глеевые болотные, торфяно- и торфянисто-подзолисто-глеевые, торфяные болотные верховые и низинные изменены чуть менее – 0,45%, 0,5 %, 0,58 % и 0,53 % соответственно. Остальные виды почв либо подверглись изменениям не более чем на 0,16 %, либо не подверглись воздействиям вовсе.

Применив площадной критерий степени изменения почв (таблица 1) [7], установлено, что большая часть почв острова Сахалин относится к условно неизменному классу. К слабоизмененному классу относятся подзолы иллювиально-железистые и иллювиально-гумусовые, торфянисто и торфяно-глеевые болотные, торфяно- и торфянисто-подзолисто-глеевые, торфяные болотные верховые и низинные почвы.

Оценка степени изменения почв острова Сахалин вследствие строительства объектов нефтегазовой отрасли позволяет определить наиболее нарушенные виды почв и классифицировать их по степени изменения. Данная информация является крайне полезной ввиду актуальности вопроса загрязнения окружающей среды объектами нефтегазовой отрасли. Кроме того, основываясь на полученных данных, возможно прогнозировать степени изменения видов почв как следствие развития Сахалинских шельфовых проектов и строительства новой наземной инфраструктуры.

Список источников

1. Ампилов Ю. Сахалинские нефтегазовые проекты вчера, сегодня, завтра 2019. 33 с.
2. Dubucq D. Earth observation remote sensing for oil and gas: A new era // The Leading Edge. 2021. № 1 (40). С. 26–34.

3. Koukouare Prosper S. Application of Remote Sensing for Impacts Assessment of Petroleum Activities and Facilities in Bongor Basin, Chad Republic // American Journal of Environmental Protection. 2020. № 4 (9). С. 91.
4. Горленко Н.В., Мурзин М.А., Тимофеева С.С. Комплексная оценка экологических рисков объектов нефтегазодобычи. М.: 2020. С. 10-19.
5. Долгополов Д.В. Дешифрирование инфраструктуры магистральных трубопроводов по аэрокосмическим изображениям // Мониторинг. Наука И Технологии. 2020. № 2 (44). С. 19–25.
6. Национальный атлас почв Российской Федерации / Гл. ред. С.А. Шоба. М.: Астрель; АСТ, 2011. 632 с.
7. Попова Я.П., Денисова Я.В. Применение Методики геоэкологической Оценки Ландшафтов Юго-Восточной Части Острова Сахалин // Московский Экономический Журнал. 2022. № 10 (7).
8. Семенов В.О., Попова Я.П. Обзор объектов нефтегазовой отрасли острова Сахалин с использованием геоинформационных технологий // Научный Аспект. 2023. № 3 (3). С. 251–260.
9. Сладкопечев С.А. Космический Мониторинг Нарушенных Земель Трасс Линейных Сооружений // Известия Высших Учебных Заведений. Геодезия И Аэрофотосъемка. 2009. № 6. С. 20–24.
10. Сладкопечев, С.А., А.А. Богданова. «Картографические Методы Оценки Нарушенных Земель». Известия Высших Учебных Заведений. Геодезия И Аэрофотосъемка, 2012. №1. С. 33–35.

References

1. Ampilov Yu. Sakhalin oil and gas projects yesterday, today, tomorrow 2019. 33 p.
2. Dubucq D. Earth observation remote sensing for oil and gas: A new era // The Leading Edge. 2021. № 1 (40). pp. 26–34.
3. Koukouare Prosper S. Application of Remote Sensing for Impacts Assessment of Petroleum Activities and Facilities in Bongor Basin, Chad Republic // American Journal of Environmental Protection. 2020. No. 4 (9). pp. 91.

4. Gorlenko N.V., Murzin M.A., Timofeeva S.S. Comprehensive assessment of environmental risks of oil and gas production facilities. M.: 2020. pp. 10-19.
5. Dolgopolov D.V. Decoding the infrastructure of main pipelines using aerospace images // Monitoring. Science And Technology. 2020. No. 2 (44). pp. 19-25.
6. National Atlas of soils of the Russian Federation / Chief editor S.A. Shoba. M.: Astrel; AST, 2011. 632 p.
7. Popova Ya.P., Denisova Ya.V. Application Of The Methodology Of Geocological Assessment Of Landscapes Of The Southeastern Part Of Sakhalin Island // Moscow Economic Journal. 2022. No. 10 (7).
8. Semenov V.O., Popova Ya.P. Overview of the Sakhalin Island oil and gas industry facilities using geoinformation technologies // Scientific Aspect. 2023. No. 3 (3). pp. 251-260.
9. Sladkopevtsev S.A. Space Monitoring of Disturbed Lands of Linear Structures // News Of Higher Educational Institutions. Geodesy And Aerial Photography. 2009. No. 6. pp. 20-24.
10. Sladkopevtsev, S.A., A.A. Bogdanova. "Cartographic Methods For Assessing Disturbed Lands." News Of Higher Educational Institutions. Geodesy And Aerial Photography, 2012. No.1. pp. 33-35.

Для цитирования: Семёнов В.О., Попова Я.П. Оценка степени изменения почв острова Сахалин объектами нефтегазовой отрасли // Московский экономический журнал. 2024. № 1. URL: <https://qje.su/nauki-o-zemle/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-1-2024-12/>

© Семёнов В.О., Попова Я.П., 2024. Московский экономический журнал, 2024,
№ 1.