

УДК 91:502.7

СТЕПЕНЬ АНТРОПОГЕННОЙ ИЗМЕНЕННОСТИ ТИПОВ МЕСТНОСТЕЙ ЭЛЬГИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ**Пинигин Д.Д., Ноговицын Д.Д., Николаева Н.А., Шеина З.М., Сергеева Л.П.***ФГБУН ФИЦ «ЯНЦ СО РАН» Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН, Якутск, e-mail: pinigind@mail.ru*

Для прогнозирования геоэкологических изменений природной среды на территории одной из крупнейших ресурсных баз Республики Саха (Якутия) – Эльгинском месторождении каменных углей, необходимы исследования мониторинга изменения ландшафтов. В связи с труднодоступностью и удаленностью месторождения одним из ценных инструментов экологического мониторинга является метод анализа космических снимков. Этот метод в совокупности с методами ландшафтного анализа дает возможность зонирования территорий ландшафтов на уровне типов местностей по степени их антропогенной измененности. Был проведен анализ цветных космических снимков. Разработана карта зонирования ландшафтов территории разработки Эльгинского месторождения масштаба 1:100 000, измененных антропогенной деятельностью, по четырем степеням их нарушенности. Путем совмещения в GIS-программе карт типов местностей и степеней нарушенности проведена оценка антропогенной измененности типов местностей. В результате зонирования нарушенных земель лицензионного участка Эльгинского месторождения выявлено три источника техногенного воздействия, соответствующих различным факторам воздействия на природные ландшафты: 1) Эльгинский разрез; 2) породный отвал обогатительной фабрики и примыкающий к нему пруд-отстойник; 3) район бывшего поселка геологической партии. При этом динамично развивающимися являются первые два очага антропогенного воздействия. Выявлено, что наибольшая доля преобразованных ландшафтов (7,5%) приходится на горно-склоновый тип местности, сильно измененных ландшафтов (16,9%) – на плоскогорно-привершинный тип местности. Ледниково-долинный тип местности вследствие удаленности от основных очагов антропогенного воздействия определен как измененный в средней степени. Предгорно-моренный и горно-долинный типы местности отнесены к малоизмененным типам местности.

Ключевые слова: Эльгинское месторождение, космоснимки, ландшафты, типы местности, зонирование, антропогенная измененность

DEGREE OF ANTHROPOGENIC CHANGE OF TERRAIN TYPES OF THE ELGINSKY COAL DEPOSIT**Pinigin D.D., Nogovitsyn D.D., Nikolaeva N.A., Sheina Z.M., Sergeeva L.P.***Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Center «Yakut Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences» Institute of Physical and Technical Problems of the North named after V.P. Larionov, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, e-mail: pinigind@mail.ru*

To predict geoecological changes in the natural environment on the territory of one of the largest resource bases of the Sakha Republic (Yakutia) – the Elginsky coal deposit, it is necessary to monitor landscape change. Due to the inaccessibility and remote location of the deposit one of the valuable tools of environmental monitoring is the method of space images analysis. This method in conjunction with the methods of landscape analysis gives the possibility to zone landscapes territories at the level of types of districts according to their degree of anthropogenic change. Indication of landscape disturbances in the focal area of the Elginsky Mining with the most intense character was made by color image from Sentinel-2A spacecraft, and the assessment of violations of the rest of the territory – by the space images of Bing Maps service. The map of landscapes zoning with scale 1:100 000 of the territory of development of the Elginsky deposit changed by anthropogenic activity according to four degrees of their disturbance has been developed. By combining in QGIS 2.18. the maps of types of terrain and degrees of disturbance the estimation of anthropogenic change of types of localities has been carried out. As a result of zoning of disturbed lands of the licensed site of the subsoil use on the Elginsky deposit three sources of man-made impacts have been revealed which correspond to different factors of impact on natural landscapes: 1) Elginsky incision; 2) rock waste disposal area of coal-preparation plant and the adjoining sediment pond; 3) the area of the former settlement of a geological party. First two focal points of anthropogenic impact are dynamically developing. It is revealed that the greatest share of the changed landscapes (7,5%) falls on the mountain-slope type of terrain, heavily changed landscapes (16,9%) – on upland-near-to-summit type of area. Glacier-valley type of terrain due to the farness distance from the main foci of anthropogenic impact is defined as average degree changed. Piedmont-moraine and mountain-valley types of terrain are referred to little-changed types of terrain.

Keywords: Elginsky deposit, space images, landscapes, types of terrain, zoning, anthropogenic change

Запасы угля на Северо-Западном участке Эльгинского угольного месторождения, разрабатываемом с 2011 г., составляют 2 млрд т коксующегося и энергетического угля [1], что означает долгосрочное и значи-

тельное по масштабам воздействие на природную среду юго-восточной оконечности Республики Саха (Якутия). В связи с этим оценка современного изменения естественных ландшафтов на территории месторож-

дения представляет определенный научный интерес. Из-за удаленности месторождения одним из ценных инструментов такой оценки является метод анализа космических снимков. Имеющиеся космоснимки высокого разрешения, а также ландшафтные карты среднего масштаба [2] предоставляют возможность районирования оценки измененности различных ландшафтов на уровне типов местностей.

Объект исследования: территория лицензионного участка ЯКУ № 14425 ТЭ в пределах Северо-Западного участка Эльгинского месторождения. Согласно материалам ОАО ХК «Якутуголь» площадь ее составляет 108,96 км², в границах контура территория имеет статус горного отвода.

Предмет исследования: антропогенное изменение ландшафтов на территории лицензионного участка недропользования Эльгинского месторождения углей.

Цель исследования: анализ измененности типов местностей территории лицензионного участка недропользования Эльгинского месторождения углей.

В настоящее время участок недропользования практически целиком представлен измененными ландшафтами за счет строительства и эксплуатации Эльгинского угольного комплекса, сети разведочных скважин, а также вездеходных дорог на плоскогорьях

и склонах различной экспозиции. Антропогенные изменения данных ландшафтов, большая часть из которых относится к горно-склоновому типу местности, фиксируются на космических снимках (Сервис Bing Maps, Google Earth, Yandex).

В физико-географическом отношении территория относится к окраинной части Токинской впадины и северным отрогам хребта Токинский Становик, к водосборным бассейнам рек Ундыткан, Укикит, Эльга, Укикиткан. К юго-востоку от участка расположено озеро Большое Токо ($S = 85 \text{ км}^2$) [3].

Район исследования характеризуется сложным строением с среднегорным расчлененным рельефом с высотами 900–1400 м н.у.м. и более (рис. 1).

В Токинской котловине наибольшее распространение имеют осадочные породы юрского возраста, а также встречаются четвертичные образования, представленные ледниковыми, водно-ледниковыми, аллювиальными и элювиально-делювиальными рыхлыми породами.

Климат района суровый, резко континентальный, отличающийся холодной долгой зимой, коротким и теплым летом и кратковременностью переходных периодов. Среднегодовая температура $-11,4^\circ\text{C}$, среднее годовое количество осадков – 486 мм. На территории преобладают штили 60%.

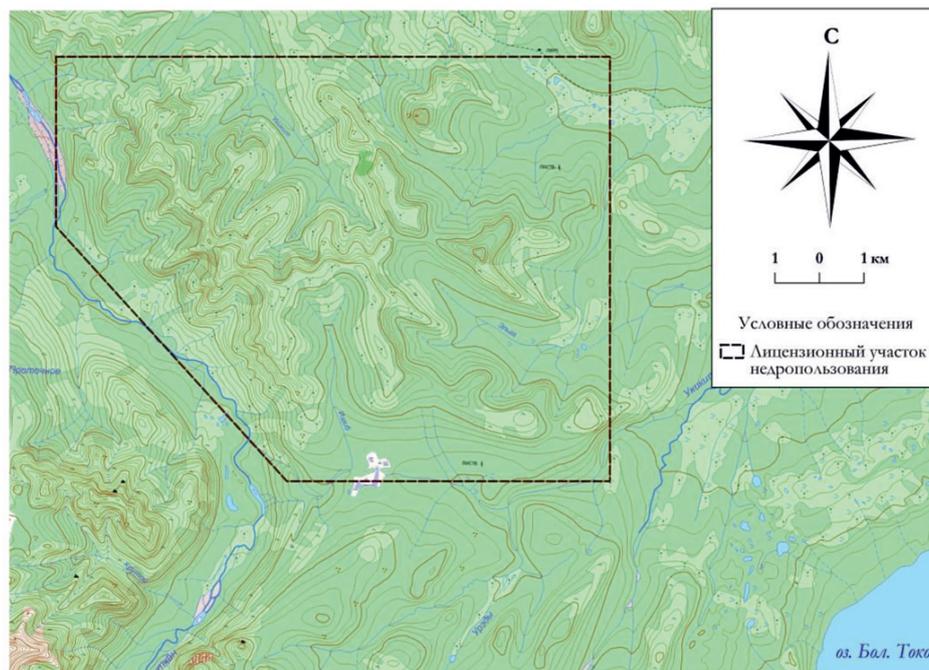


Рис. 1. Лицензионный участок недропользования на топографической карте. Масштаб 1:200 000

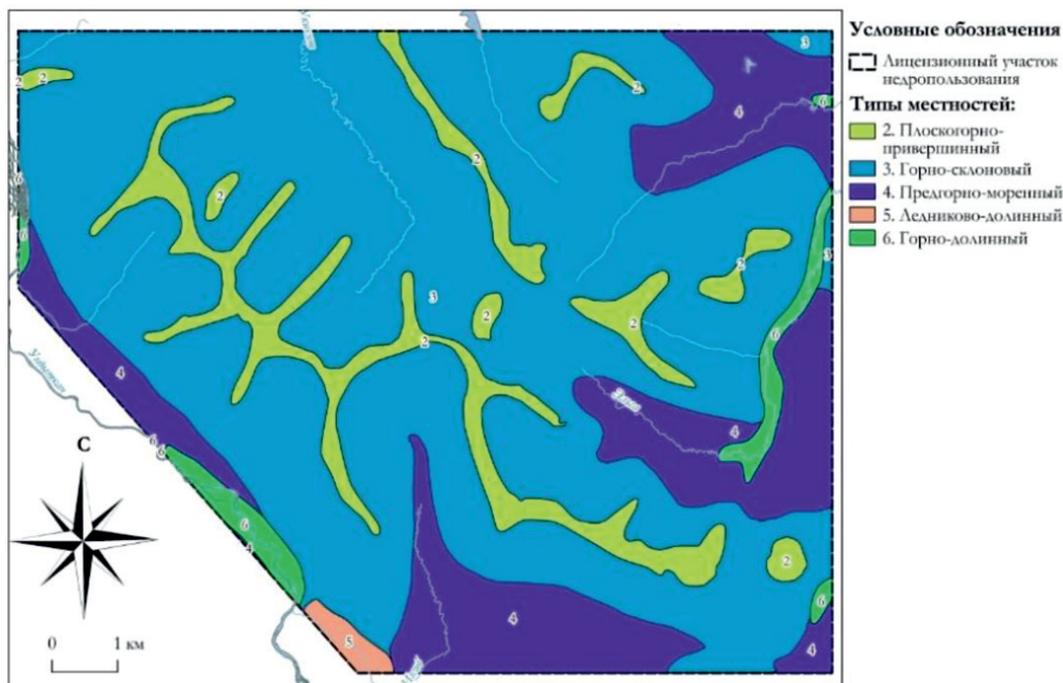


Рис. 2. Типы местности лицензионного участка недропользования Эльгинского угольного месторождения

Территория месторождения относится к зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород (>95% мерзлых пород) с мощностью 50–200 м с объемной льдистостью порядка 25–45%.

Согласно геоботаническому районированию участка основное распространение здесь получили лишайничники. На вершинах плоскогорий нередки кедровостланики голубично-лишайниковые, на склонах – ельники аянские. В днищах долин рек Укикит, Эльга, Изгиб, Урэды и их притоков встречаются осоково-вейниковые заочкаренные сообщества.

Ландшафтная структура изучаемой территории, расположенной в Тимпотно-Учурской среднегорной провинции, состоит из четырех типов местности: плоскогорно-привершинного, горно-привершинного, горно-склонового и горно-долинного – и представлена сочетанием высотно-поясных и интразональных природно-территориальных комплексов – горно-редколесных, горно-тундровых, подгольцовых и горно-долинных [2]. Площади типов местности данного участка рассчитаны и распределены следующим образом, %: плоскогорно-привершинный (9,7), горно-склоновый (68,7), предгорно-мо-

ренный (18,4), ледниково-долинный (0,58) и горно-долинный (2,6) (рис. 2).

Материалы и методы исследования

Основой оценки нарушенности ландшафтов являются аэрокосмические методы исследования – анализ цветных космических снимков сервиса Bing Maps 2010 г., а также цветных снимков «True Colour Image» (TCI) с космических аппаратов Sentinel-2 от 6 мая 2018 и 8 июня 2019 г. Космоснимки Bing получены через модуль OpenLayers Plugin в ПО QGIS 2.18. Космоснимки Sentinel-2 в формате JPEG2000. Индикация нарушений ландшафтов в зоне Эльгинского ГОКа, носящих наиболее интенсивный характер, произведена по цветному снимку КА Sentinel-2A 8 июня 2019 г. К данным ландшафтам относится главным образом северная часть лицензионного участка. Оценка для остальной части территории произведена по космоснимкам сервиса Bing Maps. Площади очерченных ландшафтов выведены в GIS-программе путем проекции на эллипсоид WGS84.

Также использовалась методика ландшафтного анализа, включающая различные методики по оценке антропогенной измененности природной среды [4, 5].

Так, для группировки земель по степеням нарушенности использована градация для горных областей, состоящая из дифференциации антропогенных ландшафтов по пяти степеням нарушенности [5]. Зависимость различных степеней нарушенности природной среды, фиксируемых на космоснимках, от техногенного воздействия показана в табл. 1.

При оценке нарушенности ландшафтов, в числе техногенных факторов воздействия на окружающую среду, учтена площадь образования пылевого пятна на снежном покрове исследуемого участка. Выявлена зона преимущественного механического загрязнения газопылевыми выбросами – склоны долины р. Укикит и ее притоков. В связи с этим данная территория отнесена к существенно измененным ландшафтам.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведено зонирование измененных антропогенной деятельностью природных ландшафтов по степеням их нарушенности [5], в результате которого разработана карта масштаба 1:100 000, представляющая цифровую модель исследуемой территории с выделенными ареалами четырех степеней нарушения ландшафтов.

Выявлено, что преобладающая часть земель с наивысшей степенью измененности (преобразованные ландшафты) приурочена к карьерно-отвальному комплексу с подъездными автодорогами, занимающая 86,7% площади; при этом от площади зе-

мель с сильно измененными ландшафтами к полю разреза относится 51,7%; к зонам с развитием дорожной сети – 43,5%; к прочим инфраструктурным объектам – 2,4%, и 1,9% относится к селитебным зонам. Существенно измененными являются обширные площади склонов долин рек Ундыткан и Укикит и их притоков, пораженные пылевыми выбросами в результате эксплуатации разреза, а также территории с развитием транспортной сети. К последним относится верховье р. Изгиб, примыкающее к селитебной зоне и др. Вся остальная часть исследуемой территории представлена слабо измененными ландшафтами (рис. 3).

Для оценки антропогенной измененности типов местностей карты типов местностей и степеней нарушенности масштаба 1:100 000 были наложены друг на друга в программе QGIS 2.18 с получением 228 контуров с выведением площади. В табл. 2 представлены суммы площадей типов местности, распределенных по степеням нарушенности.

Выявлено, что наибольшая доля преобразованных ландшафтов (7,5%) приходится на горно-склоновый тип местности, сильно измененных ландшафтов (16,9%) – на плоскогорно-привершинный тип местности. Ледниково-долинный тип местности вследствие удаленности от основных очагов антропогенного воздействия определен как измененный в средней степени. Предгорно-моренный и горно-долинный типы местности отнесены к малоизмененным типам местности.

Таблица 1

Объекты техногенного воздействия по степеням нарушенности природной среды при освоении Эльгинского месторождения по [5]

№ п/п	Степень нарушенности	Объекты воздействия в пределах лицензионного участка	Описание космоснимка
1	Неизмененные ландшафты	–	
2	Слабо измененные ландшафты	Территории горной разведки, заросшие вездеходные тропы	Долина левого притока р. Эльга
3	Существенно измененные ландшафты	Автомобильные дороги на вершинах плоскогорий, вездеходные тропы	Склоны долины правого притока р. Укикит
4	Сильно измененные ландшафты	Угольный разрез на стадии подготовки к вскрышным работам, лесосеки, полигоны разведочных работ, гидротехнические сооружения, технологические автодороги на склонах, селитебная зона	Поле разреза первоочередной отработки месторождения на стадии вскрышных работ
5	Преобразованные ландшафты	Карьерно-отвальный ландшафт; автомобильные дороги на насыпях	Действующий разрез и отвалы вскрышных работ

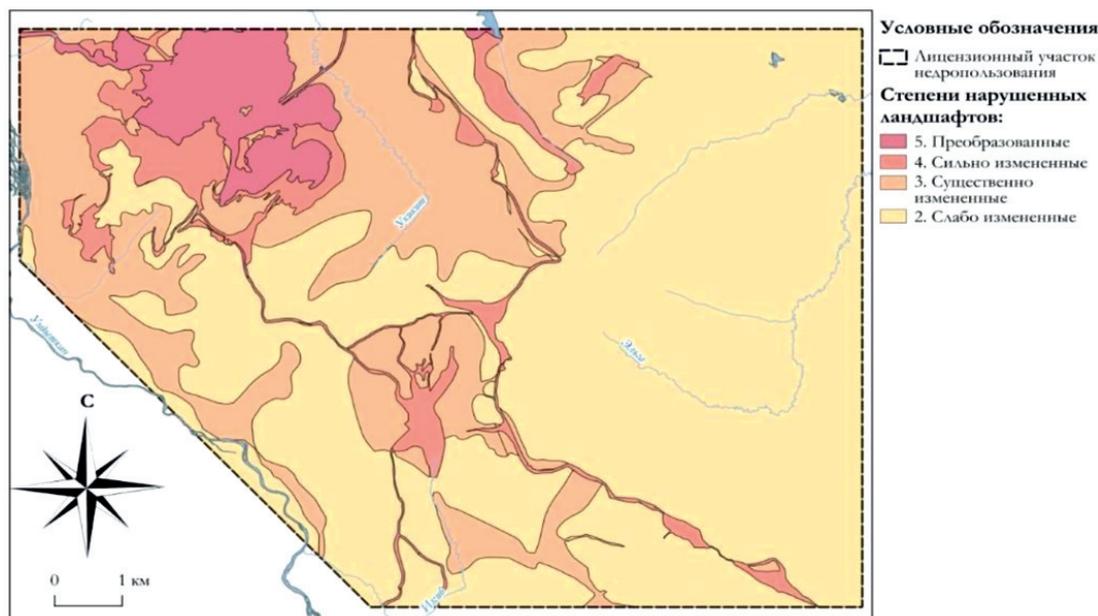


Рис. 3. Карта распределения земель по степеням нарушенности

Таблица 2

Площади нарушенности типов местности, распределенных по степеням, км²

№ п/п	Типы местности	Степени нарушенности ландшафтов				Всего
		5	4	3	2	
1	Плоскогорно-привершинный	0,382	2,121	3,189	6,843	12,534
2	Горно-склоновый	4,967	4,267	18,759	38,211	66,206
3	Предгорно-моренный	0,000	0,283	2,918	15,309	18,510
4	Ледниково-долинный	0,000	0,016	0,018	0,549	0,583
5	Горно-долинный	0,000	0,000	0,342	2,249	2,590
	Всего	5,349	6,687	25,226	63,160	100,422

Заключение

В результате зонирования нарушенных земель лицензионного участка недропользования Эльгинского месторождения выявлены три очага антропогенного воздействия, соответствующих отдельным факторам техногенного воздействия: 1) Эльгинский разрез; 2) породный отвал обогатительной фабрики и примыкающий к нему пруд-отстойник; 3) район бывшего поселка геологической партии. При этом динамично развивающимися являются первые два очага.

Прямое воздействие, включающее изъятие вмещающих пород, нарушение режима поверхностных и подземных вод, уничтожение почвенно-растительного покрова и т.д., обусловило преобладание доли добычных работ в нарушении как преобразованных (86,7%), так и сильно измененных

ландшафтов (51,7%). Среди существенно нарушенных земель выявлены площади земель, на которые оказано опосредованное воздействие разреза (пылевое пятно от техногенных выбросов пыли, сажи и т.д.).

При анализе изменения ландшафтов исследуемой территории наибольшему преобразованию подверглись горно-склоновый и плоскогорно-привершинный типы местности. При этом на менее устойчивом горно-склоновом типе местности выявлены большие площади сильно нарушенных земель с зафиксированными площадями активизации экзогенных процессов и предположительно медленным зарастанием растительностью.

Список литературы / References

1. Павлов Н.В., Пинигин Д.Д. Особенности освоения и техногенное воздействие Эльгинского угольного комплек-

са на природную среду // Энергетика России в XXI веке. Инновационное развитие и управление: Сборник трудов Всероссийской конференции (Иркутск, 1–3 сентября 2015 г.). Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2015. С. 511–515.

Pavlov N.V., Pinigin D.D. Development features of the Elginsky coal mine and its environmental impact // Jenergetika Rossii v XXI veke. Innovacionnoe razvitie i upravlenie: Sbornik trudov Vserossijskoj konferencii (Irkutsk, 1–3 sentjabrja 2015 g.). Irkutsk: ISJeM SO RAN, 2015. P. 511–515 (in Russian).

2. Варламов С.П., Макаров В.С. Васильев И.С., Торговкин Я.И. Особенности ландшафтной структуры района строительства Эльгинского угольного комплекса и прилегающей территории // Наука и образование. 2011. № 4 (64). С. 21–24.

Varlamov S.P., Makarov V.S., Vasiliev I.S., Torgovkin Y.I. Features of the landscape structure of the construction area of the Elga coal complex and the adjacent territory // Nauka i obrazovanie. 2011. № 4 (64). P. 21–24 (in Russian).

3. Биоразнообразие ландшафтов Токинской котловины и хребта Токинский Становик / отв. ред. Б.И. Иванов. Новосибирск: Изд. СО РАН, 2010. 284 с.

Biodiversity of landscapes of the Tokinsky hollow and the Tokinsky Ridge / ed. B.I. Ivanov Novosibirsk: Izd. SO RAN, 2010. 284 p. (in Russian).

4. Антипова А.В. Россия. Эколого-географический анализ территории. Москва – Смоленск: Маджента, 2011. 384 с.

Antipova A.V. Russia. Ecological and geographical analysis of the territory. Moskva – Smolensk: Madzhenta, 2011. 384 p. (in Russian).

5. Пучкин А.В. Картографирование антропогенной измененности ландшафтов // География и природные ресурсы. 2007. № 4. С. 130–134.

Puchkin A.V. Mapping of anthropogenic landscape changes // Geography and natural resources. 2007. № 4. P. 130–134 (in Russian).