

УДК 91+502.7

К ВОПРОСУ ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЗОНЫ ОСВОЕНИЯ ЭЛЬГИНСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

© 2016 Н.А. Николаева, Д.Д. Пинигин

Институт физико-технических проблем Севера имени акад. В.П. Ларионова СО РАН

Статья поступила в редакцию 08.04.2016

Освоение крупнейшего в России Эльгинского каменноугольного месторождения открытым способом сопровождается значительным изменением всех компонентов природных комплексов, что актуализирует исследования по оценке его воздействия на природную среду. Данная статья посвящена одному из аспектов этого – попытке оценки степени устойчивости природных ландшафтов Эльгинского месторождения к техногенному воздействию. Для этого был принят и проанализирован ряд основных ландшафтообразующих факторов этой территории – мерзлотных и биогидроклиматических. Их ранжирование по степени влияния на устойчивости позволило оценить устойчивость природных комплексов. В результате определено, что в целом они характеризуются относительно низкой устойчивостью к техногенным воздействиям. Так, ландшафты редколесий и горнотаежных долин, а также горных пустынь определены как относительно неустойчивые и неустойчивые соответственно, в то время как горные подгольцовые ландшафты обладают относительной устойчивостью.

Ключевые слова: ландшафт, Север, многолетнемерзлые породы, степени устойчивости

Среди факторов хозяйственной деятельности, формирующих интенсивный техногенный пресс на природную среду Севера, особое место отводится топливно-энергетическому комплексу. В настоящее время на территории Республики Саха (Якутии) развивается крупный горнодобывающий Эльгинский угольный комплекс, который формируется на ресурсной базе крупнейшего в России Эльгинского месторождения коксующихся углей [1]. Добыча угля на месторождении начата в 2011 г. За период 2013-2015 г.г. объем производства на ЭУК существенно вырос [2, 3]. Наряду с несомненным социально-экономическим значением комплекса, недостаточная научная обеспеченность и изученность его взаимодействия с легкоранимыми северными ландшафтами могут вылиться в серьезную экологическую проблему с негативными последствиями природного и социального характера. Для снижения негативного влияния хозяйственной деятельности целесообразно применение ландшафтного подхода, обеспечивающего решение различных экологических проблем, в том числе оценки устойчивости, в соответствии с закономерностями строения и изменения ландшафтов под воздействием техногенных факторов.

Цель работы: попытка оценить степень устойчивости ландшафтов зоны освоения Эльгинского каменноугольного месторождения.

Объектом исследования выбрана зона техногенного влияния Эльгинского угольного комплекса и железнодорожного пути «Улак-Эльга» на природные комплексы в Нерюнгринском районе Республики Саха (Якутии), ограниченной с юга и востока административными границами Республики с Амурской областью и Хабаровским краем, на севере – широтой 56° и длиной 129° 20' (рис. 1).

Предметом исследования явилась устойчивость ландшафтов территории исследования.

Методика исследования. Методически мы исходили из анализа двух дополняющих друг друга методик – покомпонентного влияния ведущих мерзлотных характеристик на снижение устойчивости

ландшафта [5] и оценки устойчивости ландшафтно-экологических комплексов к техногенным воздействиям [6]. Ранее по этим методикам была выполнена подобная работа для ландшафтов Якутии к техногенным воздействиям [7]. Существуют различные определения устойчивости ландшафтов, одним из которых понимается способность ландшафта активно сохранять свою структуру и характер при изменяющихся условиях среды [8]. За последние десятилетия появилось много исследований как по оценке устойчивости различных регионов, ландшафтных комплексов и их компонентов [9-12 и др.], так и по определению критериев устойчивости, в том числе и в области криолитозоны [13-15 и др.]. В их числе имеются работы якутских мерзлотоведов [16-18 и др.].

Экспериментальная часть. Оценка степени устойчивости ландшафтных комплексов Эльгинского угольного комплекса была произведена для 8-ми ландшафтных районов, выделенных в пределах Тимптоно-Учурской среднегорной провинции физико-географической страны Горы Южной Сибири: горно-привершинный на приводораздельных выровненных участках горных хребтов, занятые горными пустынями эпифитно-лишайниковыми (I-1); горно-привершинный с подгольцовыми кустарниковыми зарослями кедрового стланика на тундровых подбурях (I-2); плоскогорно-привершинный с горными лиственничными редколесьями кустарничково-зелено-мошно-лишайниковыми на прерывистых многолетнемерзлых пород (ммп) (II-4); горно-склоновый на крутых склонах с горными пустынями эпифитно-лишайниковыми каменистыми (III-1); горно-склоновый с подгольцовыми с разреженными кустарниковыми зарослями кедрового стланика на подбурях тундровых (III-2); горно-склоновый с лиственничными редколесьями кустарничково-лишайниковыми на подбурях таежных сплошных ммп (III-3); горно-склоновый с горными редколесьями кустарничково-зеленомошно-лишайниковыми на горных подзолистых почвах прерывистых ммп (III-4); горно-долинный с лиственничными редианами и редколесьями кустарничково-сфагновыми с пушицей и ерниками на пойменных торфянисто-болотных и дерново-лесных почвах сплошных ммп с подрусловыми таликами (IV-4) [19].

Николаева Надежда Анисимовна, кандидат географических наук, старший научный сотрудник. E-mail: nna0848@mail.ru
Пинигин Дмитрий Дмитриевич, ведущий инженер. E-mail: pinigind@mail.ru

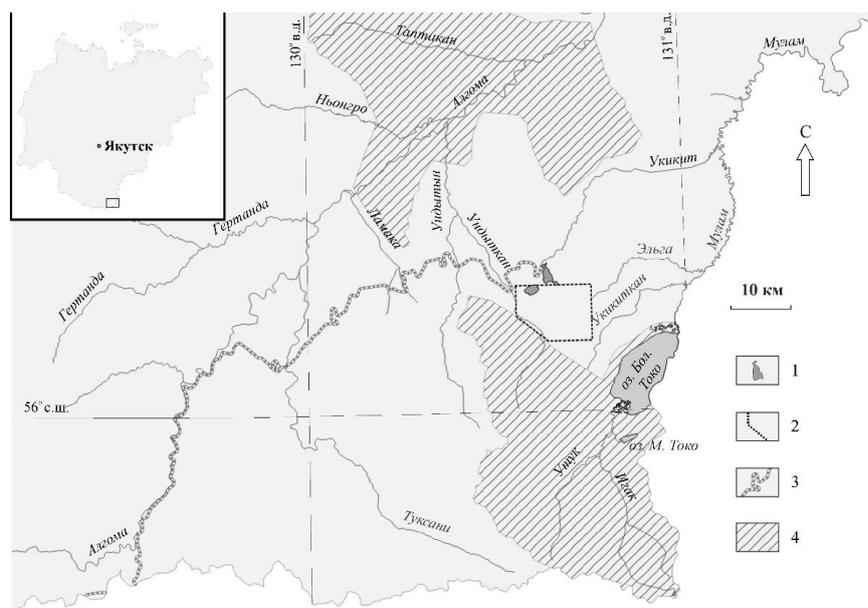


Рис. 1. Территория экологического воздействия объектов Эльгинского угольного комплекса и ж/д пути «Улак-Эльга» [4]: 1 – разрез, отвалы и промплощадка Эльгинского горно-обогатительного комплекса; 2 – лицензионный участок недропользования; 3 – ж/д путь «Улак-Эльга»; 4 – ресурсный резерват республиканского значения «Большое Токо»

В связи с тем, что в северных регионах ведущим ландшафтообразующим фактором является криогенез, восстановление или стабилизация природных комплексов полностью определяются свойствами ммп. Поэтому устойчивость мерзлотных ландшафтов зависит от многих факторов и, в первую очередь, от льдистости поверхностных отложений – основной причины ранимости и уязвимости северных ландшафтов. Также устойчивость зависит от изменчивости температуры мерзлых пород, мощности сезонно-талого и сезонно-мерзлого слоев (стс и смс) и рыхлых отложений, т.е. литогенных факторов. Иными словами, оценка устойчивости мерзлотных ландшафтов основывается на потенциальной возможности развития криогенных деформаций грунта при нарушении почвы или удалении растительного покрова [20]. Средняя годовая температура многолетнемерзлых пород связана с устойчивостью прямо пропорционально, а связь мощнои рыхлых отложений – обратно пропорциональна [17]. Для оценки устойчивости имеет значение и характер распространения многолетнемерзлых пород – сплошной, прерывистый, островной.

Известно, что экосистемы Севера, где лимитирующим фактором выступает тепло, а многие биологические процессы замедлены и характеризуются низкой восстановительной способностью и ранимостью [12]. В связи с этим устойчивость мерзлотных ландшафтов зависит также от климатических, гидрологических и биологических факторов – показателей тепло- и влагообеспеченности, зависящих от радиационного и водного балансов и биологической продуктивности.

Таким образом, при оценке устойчивости северных ландшафтов нами приняты их мерзлотные и биогеоклиматические характеристики, определяющие условия их формирования: среднеголетняя температура мерзлых пород на подошве слоя годовых колебаний (0°C), льдистость поверхностных отложений (%), мощность сезонно-мерзлого и сезонно-талого слоев (м), характер распространения многолетней мерзлоты, а также биологическая продуктивность (ц/га), запасы

фитомассы (ц/га), условия теплообеспеченности, выраженные суммой среднесуточных температур выше 100°C и условия увлажнения, выраженные значениями радиационного индекса сухости (ккал. $\text{см}^2/\text{год}$). Значения принятых показателей по выбранным ландшафтным выделам исследуемой территории приведены в табл. 1. При этом численные характеристики мерзлотных условий получены, исходя из [19 и 20]. Биогеоклиматические данные – на основе [21], а также использованы данные, приведенные в [22-25].

Как отмечалось выше, устойчивость мерзлотных ландшафтов в первую очередь зависит от льдистости поверхностных отложений и температуры мерзлых пород. Именно они определяют характер большинства составляющих ландшафта (растительности, глубины сезонного протаивания-промерзания, криогенных процессов на поверхности). В то же время они сами зависят от другого ряда факторов – климата, рельефа, характера грунтов. Льдистость поверхностных отложений (супесей, песков, торфа, щебня и т.д.) является основной причиной ранимости и уязвимости северных ландшафтов и выражается в процентах от суммарного объема льда всего комплекса отложений в данном ландшафте. Изменчивость температуры горных пород, зависящая, в первую очередь, от условий их теплообмена с атмосферой, мощности снежного покрова, состава и свойств грунтов, выражается показателями наиминишей температуры грунта на подошве слоя нулевых годовых колебаний [16].

Для оценки показателей, характеризующих устойчивость природных комплексов исследуемого региона, был использован метод их ранжирования в сочетании с присвоением каждому выделу экспертных баллов – оценки [5]. Выделенные природные компоненты, взаимодействуя между собой, могут либо усиливать совместное влияние, либо тормозить друг друга, что должно отразиться в сумме баллов, которая является суммарной реакцией на техногенное воздействие. Выделены 4 градации по степени влияния определенного фактора на снижение устойчивости ландшафта:

не влияет – 1 балл; слабо влияет – 2; заметно влияет – 3; нарушает – 4 балла. Интегральное влияние всех составляющих оценивалось суммой баллов. Чем больше суммарный балл, тем менее устойчивым следует считать данный природный комплекс (табл. 2).

Использование баллов позволило дать оценку устойчивости группам ландшафтных провинций территории Якутии (табл. 3). При этом принята следующая шкала ранжирования: относительно устойчивые – 15-16 баллов; относительно неустойчивые 17-18 баллов; неустойчивые – 20 баллов и более.

Таблица 1. Мерзлотные и биогидроклиматические показатели ландшафтов зоны освоения Эльгинского каменноугольного месторождения

Обозначение	Продуктивность, ц/га	Запасы фитомассы, ц/га	Теплообеспеченность, град	Индекс сухости	Мощность стс (смс), м	Температура пород на подошве слоя годовых колебаний (средн./мин.), °С	Объемная льдистость пород, %	Характер распространения ммп
I-1	минимально-низкопродуктивные, 20-40	<50	умеренно-холодные, 800-1000	влажные, 0,5-1,0	0,3-0,6	-9,0 -14,0	25-45	сплошной
I-2	повышенно-продуктивные, 60-80	330-720	умеренно-теплые, 1200-1400	умеренно-влажные, 1,0-1,5	1,0-2,5	-6,0 -9,0	25-45	сплошной
II-4	повышенно-продуктивные, 60-80	ок. 1000	умеренно-теплые, 1400-1600	умеренно-влажные, 1,0-1,5	1,5-3,5 (2,0-5,0)	0 -3,0 (0-2,0)	25-45	прерывистый
III-1	минимально- и низкопродуктивные, 20-40	<50	умеренно-холодные, 800-1000	влажные, 0,5-1,0	0,2-1,2	-9,0 -14,0	25-45	сплошной
III-2	повышенно-продуктивные, 60-80	330-720	умеренно-теплые, 1200-1400	умеренно-влажные, 1,0-1,5	0,3-2,5	-3,0 -9,0	25-45	сплошной
III-3	повышенно-продуктивные, 60-80	ок. 1000	умеренно-теплые, 1200-1400	умеренно-влажные, 1,0-1,5	0,3-3,2	-2,0 -9,0	30-70	сплошной
III-4	повышенно-продуктивные, 60-80	ок. 1000	умеренно-теплые, 1400-1600	умеренно-влажные, 1,0-1,5	1,0-4,0 (1,0-4,0)	0 -4,0 (0-2,0)	25-45	прерывистый
IV-4	повышенно-продуктивные, 60-80	ок. 1600	умеренно-теплые, 1200-1400	умеренно-влажные, 1,0-1,5	0,2-2,0	-1,0 -7,5	25-45	сплошной с подрусловыми таликами

Таблица 2. Оценка влияния природных факторов на снижение устойчивости ландшафтов зоны освоения Эльгинского каменноугольного месторождения

Природные факторы	Оценка устойчивости в баллах			
	1 балл (устойчивые)	2 балла (относительно устойчивые)	3 балла (относительно неустойчивые)	4 балла (неустойчивые)
продуктивность, ц/га	повышенно-продуктивные, 60-80	средне-продуктивные, 40-60	низко-продуктивные, 20-40	минимально-продуктивные, менее 20
запасы фитомассы, ц/га	2000-3000	1200-2000	400-1200	менее 400
теплообеспеченность, град.	теплые, более 1600	умеренно-теплые, 1200-1400; 1400-1600	умеренно-холодные, 800-1000; 1000-1200	очень холодные, холодные, менее 600; 600-800
индекс сухости	влажные, 0,5 – 1,0	умеренно-влажные, 1,0-1,5	недостаточно-влажные, 1,5-2,0; сухие, 2,0-2,5	избыточно влажные, менее 0,5
мощность СТС (СМС), м	более 2,0	1,4-2,0	0,8-1,4	0,2-0,8
температура пород, град	- 5 и ниже	-5...-2	-2...-1	-1...+1
объемная льдистость пород, %	до 10	10-20	20-40	40 и более
характер распространения мерзлоты	сплошной	сплошной с подрусловыми таликами	прерывистый	островной

Таблица 3. Оценка степени устойчивости ландшафтов в зоне освоения Эльгинского каменноугольного месторождения

Тип местности	Продуктивность, ц/га	Запасы фитомассы, ц/га	Теплообеспеченность, град	Индекс сухости	СТС Мощность (СМС), м	Температура пород, град	Объемная льдистость пород, %	Характер распространения мерзлоты	Сумма баллов
I-1	3	4	3	1	4	1	3	1	20
I-2	1	3	2	2	2	1	3	1	15
II-4	1	3	2	2	1	3	3	3	18
III-1	3	4	3	1	4	1	3	1	20
III-2	1	3	2	2	3	1	3	1	16
III-3	1	3	2	2	2	1	4	1	16
III-4	1	3	2	2	1	3	3	3	18
IV-4	1	2	2	2	3	2	3	2	17

Обобщение и разъяснение полученных данных. В результате проведенной работы составлена карта оценки степени устойчивости природных комплексов к техногенным воздействиям в масштабе 1:1000000 (рис. 2). Выявлено, что горно-привершинные подгольцовые и горносклоновые подгольцовые и горноредколесные ландшафты обладают относительной устойчивостью в связи с низкой температурой горных пород, сплошным распространением ммп, а также повышенной продуктивностью и умеренно-теплыми и умеренно-влажными условиями. Ландшафты плоскогорно-привершинных и горносклоновых редколесий, а также горных долин, поросшие горной тайгой,

характеризуются относительной неустойчивостью. Последняя обусловлена повышенной объемной льдистостью и температурой горных пород, а также прерывистым и сплошным с подрусловыми таликами характером распространения ммп. Пониженные запасы фитомассы и умеренные условия обеспеченности теплом и влагой также способствуют относительной неустойчивости этих ландшафтов в целом. Горнопривершинные и горно-склоновые ландшафты горных пустынь определены как неустойчивые в связи с малой мощностью глубины сезонного промерзания горных пород, минимальной продуктивностью и относительно низкими запасами фитомассы.

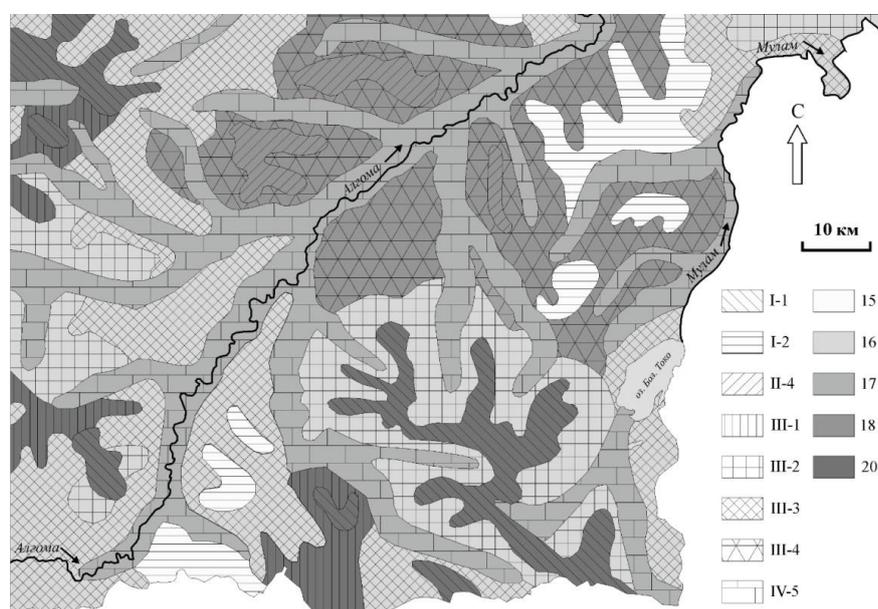


Рис. 2. Картограмма устойчивости ландшафтов зоны освоения Эльгинского каменноугольного месторождения: I-1 – IV-4 – типы местности (см. табл.1); степень устойчивости в баллах: 15-16 – относительно устойчивые, 17-18 – относительно неустойчивые, 20 и более – неустойчивые

Выводы и рекомендации. Определено, что принятые ландшафтообразующие факторы, подчиняющиеся высотно-поясной дифференциации, определяют устойчивость природных комплексов. Природные комплексы исследуемой зоны освоения Эльгинского угольного комплекса в целом характеризуются относительно низкой степенью устойчивости к техногенным воздействиям. Для разработки критериев

природоохранной оценки и обоснования мероприятий по снижению экологических последствий техногенного воздействия необходимы дальнейшие исследования по проблеме устойчивости северных ландшафтов. Дальнейшее исследование поможет выработать сбалансированную экологическую стратегию, разработываемую предприятием-недропользователем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлов, Н.В. Особенности освоения и техногенное воздействие Эльгинского угольного комплекса на природную среду / Н.В. Павлов, Д.Д. Пинигин // Сборник трудов Всеросс. конф. «Энергетика России в XXI веке. Инновационное развитие и управление», 1-3 сентября 2015 г. электронное издание.
2. «Якутуголь» досрочно выполнил годовой план по добыче угля на Эльге [Электронный ресурс]. - <http://www.mechel.ru/press/press/elga?rid=25187&oo=6&fnid=68&newWin=0&apage=1&nm=135068&fxsl=view.xml> (дата обращения: 18.01.2016)
3. Динамика добычи угля (URL: <http://old.sakha.gov.ru/node/148375>; дата обращения: 13.01.2015 г.)
4. <http://www.openstreetmap.org/#map=9/56.0429/129.7952>
5. Шполянская, Н.А. Карта устойчивости ландшафтов криолитозоны Западной Сибири / Н.А. Шполянская, Л.И. Зотова // Вестник МГУ. Сер. 5. – География. – 1994. № 1. С. 56-65.
6. Букс, И.И. Некоторые методические вопросы определения потенциальной устойчивости природных комплексов в целях прогнозирования их состояния // Методология и методы географического прогнозирования. – М., 1983. С. 104-113.
7. Николаева, Н.А. Оценка устойчивости ландшафтов Якутии к техногенным воздействиям // Вестник Северо-Восточного центра ДВО РАН. 2008. №3. С. 60-66.
8. Куприянова, Т.П. Обзор представлений об устойчивости физико-географических систем // Устойчивость геосистем. – М.: Наука, 1983. С. 7-13.
9. Бурцева, Е.И. Геоэкологические аспекты развития Якутии. – Новосибирск: Наука, 2006. 270 с.
10. Волкова, В.Г. Устойчивость растений в условиях техногенного воздействия щелочного типа // География и природные ресурсы. 1989. №3. С. 34-39.
11. Ракина, С.А. Устойчивость геосистем: подходы к практически реализуемой оценке // География и природные ресурсы. 1980. №1. С. 136-142.
12. Семенов, Ю.М. Устойчивость наземных экосистем Байкальского региона к кислотным нагрузкам / Ю.М. Семенов, М.В. Сергеева // География и природные ресурсы. 2003. №1. С. 59-67.
13. Бурцева, Е.И. Геоэкологические аспекты развития Якутии. – Новосибирск: Наука, 2006. 270 с.
14. Граве, Н.А. Место и направление геокриологических исследований в проблеме охраны среды и рационального природопользования в области вечной мерзлоты // Устойчивость поверхности к техногенным воздействиям в области вечной мерзлоты. – Якутск, 1980. С. 6-12.
15. Пармузин, С.Ю. Районирование Севера Западной Сибири по потенциальной возможности развития термокарста // Вопросы геокриологического картирования. – Якутск, 1986. С. 78-85.
16. Сташенко, А.И. Оценка устойчивости природной среды районов криолитозоны к техногенным воздействиям // Известия ВГО. 1987. Т. 119, вып. 4. С. 301-306.
17. Васильев, И.С. Устойчивость криогенных ландшафтов на северном участке трассы железной дороги Якутии / И.С. Васильев, А.Н. Федоров, С.П. Варламов и др. // Наука и образование. 2009. №2. С. 4-9.
18. Васильев, И.С. К методике определения устойчивости горных ландшафтов (на примере Эльгинского угольного разреза) // Эколого-геохимические проблемы в районах криолитозоны. – Якутск, 1996. С. 109-121.
19. Федоров, А.Н. Мерзлотные ландшафты, их устойчивость и восстановление // Лес и вечная мерзлота. – Якутск, 2000. С. 17-21.
20. Мерзлотно-ландшафтная карта Якутской АССР. М-6 1:2 500 000 / Отв. ред. П.И. Мельников. – М.: ГУГК, 1991. 2 л.
21. Федоров, А.Н. Мерзлотные ландшафты Якутии: Пояснительная записка к «Мерзлотно-ландшафтной карте Якутской АССР» / А.Н. Федоров, Т.А. Ботулу, С.П. Варламов и др. – М.: ГУГК, 1989. 70 с.
22. Букс, И.И. Корреляционная эколого-фитоценотическая карта. Масштаб 1:7 500 000 / И.И. Букс, В.Н. Байбородин, Л.С. Тимирбаева // Сер. Карты природы, населения и хозяйства Азиатской России. – М., 1977. 1 л.
23. Поздняков, Л.К. Биологическая продуктивность лесов средней Сибири в Якутии / Л.К. Поздняков, В.В. Протопопов, В.М. Горбатенко. – Красноярск, 1969. 155 с.
24. Базилевич, Н.И. Географические аспекты изучения биологической продуктивности / Н.И. Базилевич, Л.Е. Родин, Н.Н. Розов. – Л., 1970. 28 с.
25. Моложников, В.Н. Фитомасса и продуктивность кедрового стланика / В.Н. Моложников, В.Н. Паутова, Т.А. Плетникова // Почвы и растительность мерзлотных районов СССР. – Магадан, 1973. С. 301-303.

**TO THE QUESTION OF NATURAL COMPLEXES STABILITY
IN THE ZONE OF ELGINSKY COAL FIELD DEVELOPMENT**

© 2016 N.A. Nikolaeva, D.D. Pinigin

Institute of Physical and Technical Problems of the North
named after acad. V.P. Larionov SB RAS

Development of the Elginsky coal field, largest in Russia, is followed in the open way by considerable change of all components of natural complexes that actualize the researches on assessment of its impact on environment. This article is devoted to one of aspects – the attempts of assessment the degree of natural landscapes resistance of the Elginsky field to technogenic influence. A number of the main the landscape forming factors of this territory - the permafrost and bihydroclimatic has been for this purpose accepted and analyzed. Their ranging on extent of influence on stability has allowed to estimate the stability of natural complexes. As a result it was defined that in general they are characterized by rather low resistance to technogenic influences. So, landscapes of light forests and the mountain-taiga alleys, and also mountain deserts are defined as rather unstable and unstable respectively while mountain bold landscapes possess relative stability.

Key words: *landscape, North, permafrost lands, stability degrees*