

Н.А. НИКОЛАЕВА, Д.Д. ПИНИГИН

Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН,  
677890, Якутск, ул. Октябрьская, 1, Россия, nna0848@mail.ru, pinigind@mail.ru

## ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ЛАНДШАФТОВ ТЕРРИТОРИИ ОСВОЕНИЯ ЭЛЬГИНСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Современная экономическая ситуация в России диктует необходимость ускоренной реализации масштабных энергопроектов в регионах Дальнего Востока. Среди них особое место занимает Республика Саха (Якутия), которая обладает огромными запасами топливно-энергетических ресурсов и расположена в экстремальных природно-климатических условиях. Рассмотрена экологическая проблема, связанная с оценкой степени устойчивости мерзлотных ландшафтов крупнейшего в России Эльгинского месторождения каменных углей. Устойчивость природных комплексов Севера, приуроченных к криолитозоне, главным образом обусловлена свойствами многолетнемерзлых пород, а именно льдистостью поверхностных отложений и изменчивостью температуры мерзлых пород. Кроме того, устойчивость мерзлотных ландшафтов при механических нарушениях во многом определяется теплозащитной ролью растительного покрова. Она также зависит от изменчивости показателей тепло- и влагообеспеченности, связанных с радиационным и водным балансом и биологической продуктивностью. Таким образом, при оценке устойчивости северных ландшафтов при механических нарушениях нами был принят, проанализирован и ранжирован ряд мерзлотных и биогеоклиматических факторов их формирования. В результате расчетов выявлена в целом их относительно низкая устойчивость к техногенному прессу. Определено, что устойчивость сохраняют ландшафты плоскогорий, наибольшему нарушению подвергнутся горно-склоновые редколесные ландшафты с различной степенью крутизны. Горно-склоновые подгольцовые, предгорно-моренные и горно-долинные ландшафты территории отнесены к относительно неустойчивым.*

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

N.A. NIKOLAEVA, D.D. PINIGIN

Larionov Institute of the Physical-Technical Problems of the North, Siberian Branch,  
Russian Academy of Sciences, 677890, Yakutsk, ul. Oktyabr'skaya, 1, Russia,  
nna0848@mail.ru, pinigind@mail.ru

## ASSESSMENT OF LANDSCAPE RESILIENCE ON THE TERRITORY OF DEVELOPMENT OF THE ELGA COAL DEPOSIT

*The current economic situation in Russia dictates a need for a faster implementation of large-scale energy projects in the regions of the Russian Far East. The Sakha (Yakutia) Republic occupies a special place amongst them: it is endowed with immense reserves of fuel and energy resources and is located in extreme natural and climatic conditions. We examine the environmental issue related to assessing the degree of resilience of cryogenic landscapes of Russia's largest Elga coal deposit. Resilience of the natural complexes of the North occurring in the permafrost zone is due largely to the properties of permafrost, namely the ice content of surface deposits and permafrost temperature variability. Moreover, resilience of the permafrost landscapes undergoing mechanical disturbances is largely determined by the thermal protection function of vegetation cover. Also, their resilience is governed by variability in heat and moisture availability depending on the radiation and water balance and on biological productivity. Thus in assessing resilience of the northern landscapes undergoing mechanical disturbances, we used, analyzed and ranked a number of cryogenic and biogeoclimatic factors for their formation. Calculations revealed, in general, their relatively low resilience to technogenic pressure. It is determined that resilience will persist for upland landscapes, whereas the largest disturbances will affect the mountain-slope sparse-forest landscapes with a different degree of steepness. The mountain-slope subgoletz, piedmont-morainic and mountain-valley landscapes of the territory are categorized as relatively unresilient.*

Keywords: landscape, North, permafrost, assessment of the degree of resilience.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Среди регионов Азиатского Севера России особое место занимает Республика Саха (Якутия), социально-экономическое развитие которой все больше будет зависеть от степени ее участия в фор-

мировании межрегиональных и мировых энергетических центров. В связи с этим большое значение придается строительству Эльгинского угольного комплекса, формирующегося на ресурсной базе крупнейшего в России и одного из крупнейших в мире Эльгинского месторождения коксующихся углей [1]. Добыча угля на месторождении, начатая в 2011 г., с каждым годом возрастает. Так, в 2016 г. она составила 3,7 млн т угля. В 2017 г. компания «Эльгауголь» увеличила добычу до 4,5 млн т [2].

При несомненном социально-экономическом значении комплекса недостаточная научная обеспеченность и изученность его взаимодействия с уязвимыми северными ландшафтами могут вылиться в серьезную экологическую и социальную проблему.

Цель данной работы — оценка степени устойчивости ландшафтов при механическом нарушении территории в начальной стадии освоения Эльгинского каменноугольного месторождения.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования выбрана территория освоения Эльгинского каменноугольного месторождения в Южной Якутии. Предмет исследования — устойчивость ландшафтов данной территории.

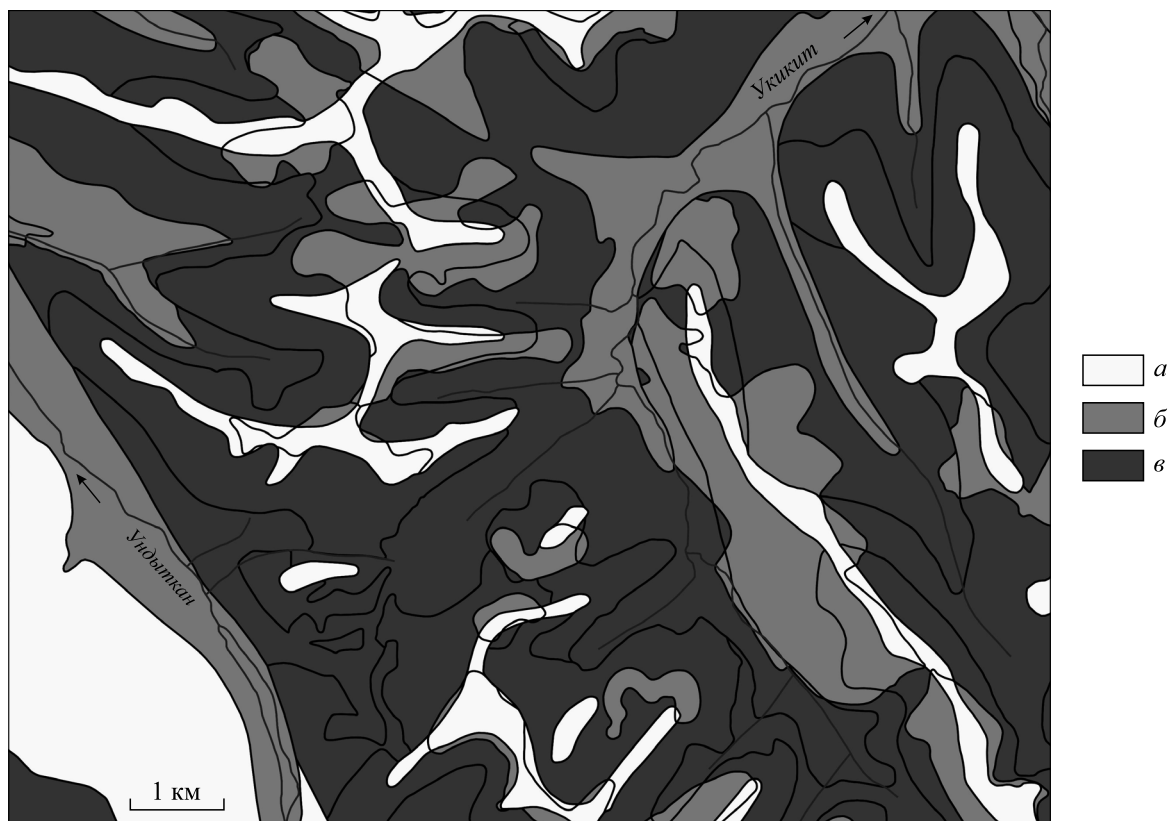
За последние десятилетия появился ряд работ, в том числе якутских мерзлотоведов [3–11], по оценке устойчивости ландшафтов области криолитозоны. Согласно одному из определений, под устойчивостью ландшафтов понимается его способность активно сохранять свою структуру и характер при изменяющихся условиях среды [12]. Мерзлотные ландшафты отличаются наличием в их литогенной основе льдонасыщенных грунтов, что способствует их ранимости при техногенных нарушениях [9]. Поэтому под их устойчивостью подразумевается способность противостоять появлению или активизации мерзлотно-геологических процессов при техногенных воздействиях [4].

Для оценки устойчивости исследуемых ландшафтов мы исходили из анализа двух дополняющих друг друга методик ландшафтно-экологического подхода — покомпонентного влияния ведущих мерзлотных характеристик на снижение устойчивости ландшафта [8] и оценки устойчивости ландшафтно-экологических комплексов к техногенным воздействиям [13]. Ранее по этой методике была выполнена работа [14].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

С использованием топографической карты и работ [15–17] составлена ландшафтная карта м-ба 1:100 000, на основе которой была определена степень устойчивости ландшафтных комплексов территории Эльгинского угольного месторождения (см. рисунок). Оценивались следующие 10 типов местности, выделенные по признаку геолого-геоморфологической общности в пределах Тимптоно-Учурской среднегорной провинции физико-географической страны Горы Южной Сибири [16, 17]:

- плоскогорно-привершинный с горными листовенничными редколесьями с фрагментами подгольцовых кустарников на таежных подбурях на сплошных многолетнемерзлых породах (ММП) (1-1);
- плоскогорно-привершинный с горными листовенничными редколесьями кустарничково-зеленомошно-лишайниковыми на таежных подбурях на прерывистых ММП (1-2);
- горно-склоновый на пологих склонах с листовенничными редколесьями кустарничково-лиственничными и кустарниковыми на горных дерново-карбонатных почвах на прерывистых ММП (2а-1);
- горно-склоновый на пологих склонах с листовенничными редколесьями и редидами кустарничково-сфагновыми на горных подзолистых почвах на прерывистых ММП (2а-2);
- горно-склоновый на средних склонах с разреженными зарослями кедрового стланика кустарничково-лишайниковыми на подбурях тундровых на сплошных ММП (2б-1);
- горно-склоновый на средних склонах с листовенничными редколесьями кустарничково-зеленомошно-лишайниковыми на горных подзолистых почвах прерывистых ММП (2б-2);
- горно-склоновый на крутых склонах с разреженными зарослями кедрового стланика кустарничково-лишайниковыми на подбурях тундровых на сплошных ММП (2в-1);
- горно-склоновый на крутых склонах с листовенничными редколесьями кустарничково-лишайниковыми с фрагментами подгольцовых кустарников на подбурях таежных на сплошных ММП (2в-2);
- предгорно-моренный с листовенничными редколесьями кустарничково-сфагновыми с пушицей и ерниками на сплошных ММП с подрусловыми таликами (3-2);
- горно-долинный с листовенничными редидами и редколесьями кустарничково-сфагновыми с пушицей и ерниками на мерзлотных таежных глееватых почвах в сочетании с торфянисто- и торфяно-болотными на сплошных ММП с подрусловыми таликами (4-3).



Картограмма устойчивости ландшафтов зоны освоения Эльгинского каменноугольного месторождения.

Степень устойчивости (балл): *a* — устойчивые (14–17), *б* — относительно неустойчивые (18–20), *в* — неустойчивые (21 и более).

В регионах Севера ведущим ландшафтообразующим фактором является криогенез, поэтому восстановление или стабилизация природных комплексов полностью определяется свойствами многолетнемерзлых пород [7]. В первую очередь это льдистость поверхностных отложений и изменчивость температуры мерзлых пород. Именно эти свойства обуславливают характер большинства составляющих ландшафта (растительности, развития криогенных процессов на поверхности) и в то же время сами зависят от другого ряда факторов — климата, рельефа, характера грунтов [8]. Льдистость поверхностных отложений (супесей, песков, торфа, щебня и т. д.) — основная причина ранимости и уязвимости северных ландшафтов [11]. Наиболее высокая степень нарушения ландшафта связана с перестройкой литогенной основы. В этом отношении, в отличие от ландшафтов, формирующихся вне криолитозоны, мерзлотные ландшафты, литогенной основой которых служат льдонасыщенные грунты, наиболее уязвимы к техногенным воздействиям [9]. Таким образом, оценка устойчивости мерзлотных ландшафтов основывается на возможности развития криогенных деформаций грунта при механических деформациях — нарушении почвогрунтов или удалении растительного покрова [9, 11].

Проявление экзогенных криогенно-геологических процессов определяется многообразным сочетанием мерзлотных и геолого-геоморфологических условий при техногенных нарушениях, по разновидностям которых проводить единую оценочную градацию невозможно. Методом аналогий можно лишь определить интенсивность проявления данных процессов. Так, для плоскогорно-привершинного типа местности характерно слабое проявление криогенно-геологических процессов, а для склонового слабой крутизны (пологого солифлюкционного) — таких процессов, которые даже при незначительном воздействии могут проявляться очень активно [10].

Известно, что в экосистемах Севера, где лимитирующим фактором выступает тепло, многие биологические процессы замедлены и характеризуются низкой восстановительной способностью и ранимостью [18]. Биологический фактор является основным стабилизирующим фактором для многолетнемерзлых пород при механических нарушениях, и устойчивость мерзлотных ландшафтов во многом

**Мерзлотные и биогидроклиматические показатели ландшафтов зоны освоения  
Эльгинского каменноугольного месторождения**

Тип местности	Запасы фитомассы, ц/га	Теплообеспеченность, °С	Мощность СТС/СМС, м	Температура пород, °С	Объемная льдистость пород, %	Основные криогенные процессы	Крутизна склонов, град
1-1	330–720	Умеренно теплые, 1200–1400	СТС 1–2,5	–4÷–8	25–45	Криогенное выветривание, морозная сортировка грунта	<3
1-2	Около 1000	Умеренно теплые, 1400–1600	СТС 1,5–3,5/СМС 2–5	0÷–3	25–45	Криогенное выветривание, морозная сортировка грунта	<3
2а-1	330–720	Умеренно теплые, 1200–1400	СТС 0,3–2,5	–3÷–9	25–65	Криогенное выветривание, курумы, каменные потоки, осыпи, солифлюкция	3–10
2а-2	Около 1000	Умеренно теплые, 1400–1600	СТС 1–4/СМС 1–4	0÷–4	25–65	Криогенное выветривание, курумы, каменные потоки, осыпи, солифлюкция	3–10
2б-1	330–720	Умеренно теплые, 1200–1400	СТС 0,3–2,5	–3÷–9	25–65	Криогенное выветривание, курумы, каменные потоки, осыпи, солифлюкция	10–30
2б-2	Около 1000	Умеренно теплые, 1400–1600	СТС 1–4/СМС 1–4	0÷–4	25–65	Криогенное выветривание, курумы, каменные потоки, осыпи, солифлюкция	10–30
2в-1	330–720	Умеренно теплые, 1200–1400	СТС 0,3–2,5	–3÷–9	25–65	Криогенное выветривание, курумы, каменные потоки, осыпи, солифлюкция	>30
2в-2	Около 1000	Умеренно теплые, 1400–1600	СТС 1–4/СМС 1–4	0÷–4	25–65	Криогенное выветривание, курумы, каменные потоки, осыпи, солифлюкция	>30
3-2	Около 1000	Умеренно теплые, 1400–1600	СТС 0,3–2,1	–3÷–8,5	20–70	Морозобойное растрескивание, наледообразование, пучение грунта, термокарст	<3
4-3	Около 1600	Умеренно теплые, 1200–1400	СТС 0,5–2,5/СМС 2,5–3,5	–1÷–7,5	10–70	Морозобойное растрескивание, наледообразование, пучение грунта, термокарст	<3

Примечание. Ландшафты повышенно-продуктивные, продуктивность составляла 60–80 ц/га; индекс сухости 1–1.5 (умеренно влажные); здесь и в табл. 3: номера типов местности — см. текст. СТС — сезонно-талый слой, СМС — сезонномерзлый слой.

зависит от теплозащитной роли растительного покрова [11]. Также она зависит от изменчивости климатических, гидрологических и биологических факторов — показателей тепло- и влагообеспеченности, связанных с радиационным и водным балансом и биологической продуктивностью.

Согласно [8, 13], при оценке устойчивости северных ландшафтов нами приняты следующие мерзлотные и биогидроклиматические характеристики, определяющие условия формирования: среднесуточные температура мерзлых пород на подошве слоя годовых колебаний (0 °С), льдистость поверхностных отложений (%), крутизна склонов (град) и основные криогенно-геологические процессы, а также биологическая продуктивность (ц/га), запасы фитомассы (ц/га), условия теплообеспеченности, выраженные суммой среднесуточных температур выше 100 °С, и условия увлажнения, выраженные значениями радиационного индекса сухости (ккал·см<sup>2</sup>/год).

Значения принятых показателей по выбранным типам местности исследуемой территории приведены в табл. 1. При этом численные характеристики мерзлотных условий получены исходя из [15–17], биогидроклиматические данные — на основе [19], а также приведенных в [20–22].

Для оценки показателей, характеризующих устойчивость природных комплексов исследуемого региона, был использован метод их ранжирования в сочетании с присвоением каждому выделу экспертных баллов — оценки.

Выделены четыре 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).

С использованием баллов сделана оценка устойчивости типов местности на территории Эльгинского угольного месторождения (табл. 3). При этом принята следующая шкала ранжирования: относительно устойчивые ландшафты — 14–17 баллов, относительно неустойчивые — 18–20, неустойчивые — 21 балл и более.

В результате проведенной работы составлена карта оценки степени устойчивости природных комплексов, испытывающих техногенное воздействие Эльгинского угольного комплекса, в м-бе 1:100 000 (см. рисунок).

Определено, что плоскогорно-привершинные подгольцовые ландшафты исследуемой территории характеризуются относительно высокой льдистостью (25–45 %), способствующей неустойчивости, но низкая температура горных пород и почти плоский рельеф уравнивают влияние высокой льдистости и обуславливают слабую активность криогенных процессов. В результате данные ландшафты будут устойчивыми к механическому нарушению. Редколесные плоскогорно-привершинные ландшафты со сходными характеристиками тоже можно отнести к устойчивым. Предгорные моренные комплексы отнесены к устойчивым благодаря низкой температуре и выровненному рельефу, что нивелирует влияние высокой льдистости пород.

Горно-склоновые подгольцовые ландшафты с крутыми, средними и пологими склонами определены как относительно неустойчивые. Они характеризуются очень низкими температурами, что придает им устойчивость, но в сочетании с высокой льдистостью, крутизной склонов (кроме пологих), способствующими значительной активности криогенных процессов, в целом отнесены к относительно неустойчивым. Пониженные запасы фитомассы и умеренные условия обеспеченности теплом и влагой также способствуют относительной неустойчивости этих ландшафтов в целом. Горно-долинные комплексы определены как относительно неустойчивые за счет аналогичного набора ландшафтообразующих факторов.

Таблица 2

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

Природные факторы	Оценка степени устойчивости, балл			
	1 (устойчивые)	2 (относительно устойчивые)	3 (относительно неустойчивые)	4 (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, м	Более 2	1,3–2	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
Интенсивность основных криогенных процессов	Слабая	Умеренная	Значительная	Активная
Крутизна склонов, град	До 2	2–5	5–10	Более 10



**Оценка степени устойчивости ландшафтов (балл) в зоне освоения  
Эльгинского каменноугольного месторождения**

Тип местности	Продуктивность	Запасы фитомассы	Теплообеспеченность	Индекс сухости	Температура пород	Объемная льдистость пород	Интенсивность криогенных процессов	Крутизна склонов	Сумма баллов
1-1	1	3	2	2	1	3	1	1	14
1-2	1	3	2	2	3	3	1	1	16
2а-1	1	3	2	2	1	4	3	3	19
2а-2	1	3	2	2	2	4	4	3	21
2б-1	1	3	2	2	1	4	2,5	4	19,5
2б-2	1	3	2	2	2	4	3	4	21
2в-1	1	3	2	2	1	4	3	4	20
2в-2	1	3	2	2	2	4	4	4	22
3-2	1	3	2	2	1	4	3	1	17
4-3	1	2	2	2	2	4	4	1	18

Горно-склоновые редколесные комплексы со склонами различной крутизны отнесены к неустойчивым в связи с наличием основных факторов, обеспечивающих высокую степень проявления криогенно-геологических процессов, — высокой льдистости и значительной крутизны склонов.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы установлено, что рассмотренные выше ландшафтообразующие факторы формирования природной среды Южной Якутии определяют степень устойчивости природных комплексов территории освоения Эльгинского каменноугольного месторождения.

Выявлено, что природные комплексы исследуемой территории характеризуются в целом относительно низкой степенью устойчивости к техногенным воздействиям.

Оценка устойчивости природной среды, дифференцированная по ее типологическим особенностям, позволила распределить исследуемые природные комплексы по различным степеням устойчивости.

Так, плоскогорно-привершинные подгольцовые и редколесные, а также предгорно-маревые ландшафты обособлены как устойчивые к техногенным воздействиям. Горно-склоновые подгольцовые и горно-долинные ландшафты определены как относительно неустойчивые. Горно-склоновые редколесные комплексы со склонами различной крутизны отнесены к неустойчивым.

Для разработки критериев природоохранной оценки и обоснования мероприятий по снижению экологических последствий промышленного освоения территории Южной Якутии необходимы дальнейшие исследования по проблеме устойчивости северных ландшафтов и степени их антропогенного изменения, основанные на ландшафтно-экологическом подходе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлов Н.В., Пинигин Д.Д. Особенности освоения и техногенное воздействие Эльгинского угольного комплекса на природную среду // Сборник трудов Всерос. конф. «Энергетика России в XXI веке. Инновационное развитие и управление», 1–3 сентября 2015 г. [Электронный ресурс]. — <http://isem.irk.ru/energy21/papers/Павлов%20НВ%20и%20др%20Особенности%20освоения%20и%20техногенное%20воздействие.pdf> (дата обращения 10.08.2017).
2. «Эльгауголь» продолжает показывать производственный рост [Электронный ресурс]. — <http://www.mechel.ru/press/press/elga?rid=25489&oo=1&fnid=68&newWin=0&apage=1&nm=142048&fxsl=view.xsl> (дата обращения 01.09.2017).
3. Фотиев С.М., Знаменский Е.Н., Лейбман М.О. Устойчивость территорий к развитию криогенных процессов при техногенном нарушении природной обстановки в Южной Якутии // Исследования мерзлых грунтов в районах освоения. — М.: Стройиздат, 1987. — С. 71–77.
4. Граве Н.А. Место и направление геоэкологических исследований в проблеме охраны среды и рационального природопользования в области вечной мерзлоты // Устойчивость поверхности к техногенным воздействиям в области вечной мерзлоты. — Якутск: Изд-во Ин-та мерзлотоведения СО АН СССР, 1980. — С. 6–12.

5. **Пармузин С.Ю.** Районирование севера Западной Сибири по потенциальной возможности развития термокарста // Вопросы геокриологического картирования. — Якутск: Изд-во Ин-та мерзлотоведения СО АН СССР, 1986. — С. 78–85.
6. **Сташенко А.И.** Оценка устойчивости природной среды районов криолитозоны к техногенным воздействиям // Изв. ВГО. — 1987. — Т. 119, вып. 4. — С. 301–306.
7. **Фёдоров А.Н.** Мерзлотные ландшафты Якутии: методика выделения и вопросы картографирования. — Якутск: Изд-во Ин-та мерзлотоведения СО АН СССР, 1991. — 140 с.
8. **Шполянская Н.А., Зогова Л.И.** Карта устойчивости ландшафтов криолитозоны Западной Сибири // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. — 1994. — № 1. — С. 56–65.
9. **Васильев И.С., Фёдоров А.Н., Варламов С.П., Торговкин Я.И., Васильев А.И., Шестакова А.А.** Устойчивость криогенных ландшафтов на северном участке трассы железной дороги Якутии // Наука и образование. — 2009. — № 2. — С. 4–9.
10. **Васильев И.С.** К методике определения устойчивости горных ландшафтов (на примере Эльгинского угольного разреза) // Эколого-геохимические проблемы в районах криолитозоны. — Якутск: Изд-во Ин-та мерзлотоведения СО РАН, 1996. — С. 109–121.
11. **Фёдоров А.Н.** Мерзлотные ландшафты, их устойчивость и восстановление // Лес и вечная мерзлота. — Якутск: Изд-во Ин-та мерзлотоведения СО РАН, 2000. — С. 17–21.
12. **Куприянова Т.П.** Обзор представлений об устойчивости физико-географических систем // Устойчивость геосистем. — М.: Наука, 1983. — С. 7–13.
13. **Букс И.И.** Некоторые методические вопросы определения потенциальной устойчивости природных комплексов в целях прогнозирования их состояния // Методология и методы географического прогнозирования. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. — С. 104–113.
14. **Николаева Н.А.** Оценка устойчивости ландшафтов Якутии к техногенным воздействиям // Вестн. Северо-Восточного центра ДВО РАН. — 2008. — № 3. — С. 60–66.
15. **Мерзлотно-ландшафтная карта Якутской АССР.** М-б 1:2 500 000 / Отв. ред. П.И. Мельников. — М.: ГУГК, 1991. — 2 л.
16. **Фёдоров А.Н., Ботулу Т.А., Варламов С.П., Васильев И.С., Грибанова С.П., Дорофеев И.В., Климовский И.В., Самсонова В.В., Соловьев П.А.** Мерзлотные ландшафты Якутии: пояснительная записка к «Мерзлотно-ландшафтной карте Якутской АССР». — М.: ГУГК, 1989. — 70 с.
17. **Варламов С.П., Васильев И.С., Торговкин Я.И.** Особенности ландшафтной структуры района строительства Эльгинского угольного комплекса и прилегающей территории // Наука и образование. — 2011. — № 4. — С. 21–24.
18. **Бурцева Е.И.** Геоэкологические аспекты развития Якутии. — Новосибирск: Наука, 2006. — 270 с.
19. **Букс И.И., Байбородин В.Н., Тимирбаева Л.С.** Корреляционная эколого-фитоценотическая карта. М-б 1:7 500 000. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР, 1977. — 1 л. (Сер. Карты природы, населения и хозяйства Азиатской России).
20. **Поздняков Л.К., Протопопов В.В., Горбатенко В.М.** Биологическая продуктивность лесов Средней Сибири в Якутии. — Красноярск: Кн. изд-во, 1969. — 155 с.
21. **Базилевич Н.И., Родин Л.Е., Розов Н.Н.** Географические аспекты изучения биологической продуктивности. — Л.: Изд-во Географ. о-ва СССР, 1970. — 28 с.
22. **Моложников В.Н., Паутова В.Н., Плетникова Т.А.** Фитомасса и продуктивность кедрового стланика // Почвы и растительность мерзлотных районов СССР. — Магадан: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1973. — С. 301–303.

*Поступила в редакцию 11 сентября 2017 г.*