

# МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ АДАПТАЦИИ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ И ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ К МЕСТНЫМ ПРИРОДНЫМ УСЛОВИЯМ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

УДК 502.55:553.98

**А.В. Баранов**, д.г.н., ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (Москва, РФ),

A\_Baranov@vniigaz.gazprom.ru

**О.Б. Наполов**, к.т.н., ООО «Газпром ВНИИГАЗ», O\_Napolov@vniigaz.gazprom.ru

**В статье описываются результаты исследования рекультивации территории в зоне разработки Бованенковского месторождения (п-ов Ямал, Россия) в 2010–2015 гг. Комплекс работ был направлен на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды.**

**Авторами разработана методика контроля адаптации рекультивированных и загрязненных территорий к местным природным условиям, нацеленная на интегральную оценку состояния биоценоза рекультивированных территорий Крайнего Севера. Для проведения оценки восстановления рекультивированных территорий рекомендованы оценочные (весовые) коэффициенты для следующих групп показателей: химических, геоботанических, экологических и биологических.**

**Приведены рекомендации по отбору проб. В ходе проводимых работ заполняется паспорт обследуемого участка и составляется акт отбора проб. Выполненный контроль рекультивации на пилотном участке Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения показал, что за пять лет произошло полное восстановление местных растительных и животных сообществ, участок полностью соответствует местным природным условиям и является источником воспроизводства кормовой базы местного оленеводства.**

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** РЕКУЛЬТИВАЦИЯ, НАРУШЕННЫЕ ЗЕМЛИ, КРАЙНИЙ СЕВЕР, БИОЦЕНОЗ, РАСТИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕСТВО, СООБЩЕСТВО ЖИВОТНЫХ.

Рекультивация территорий в районах Крайнего Севера представляет собой актуальную проблему, особенно в зонах разработки нефтегазовых месторождений. Тем не менее в действующих нормативно-технических и нормативно-правовых документах и государственных стандартах не принимаются во внимание особенности проведения рекультивации в районах Крайнего Севера [1, 2]. Экологический контроль этих территорий не в полной мере учитывает оценку специальных показателей, характеризующих состояние биоценоза рекультивированных территорий.

Конечной целью рекультивации территорий является восстановление на нарушенных землях

естественного почвенно-растительного покрова, характерного для определенных типов природных ландшафтов. Это позволяет обеспечить предпосылки к дальнейшему естественному процессу развития на восстановленных землях растительных группировок зонального типа (местные злаковые и кустарничковые виды, мхи и лишайники), что способствует формированию благоприятной среды обитания и кормовой базы для представителей местного животного мира (лемминги, мыши-полевки и др.). В частности, улучшается среда обитания для северного оленя, являющегося источником благосостояния коренных малочисленных народов Севера [3, 4].

## МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ

В настоящее время рекомендуется проводить оценку восстановления рекультивированных территорий на основе следующих групп показателей: химических, геоботанических, экологических и биологических. Данный перечень показателей составлен в соответствии с нормативно-правовыми документами (ГОСТ 17.4.2.01–81, ГОСТ 17.4.2.02–83) [5–6] и научно-методической литературой [7–9].

На основе полученных данных этих групп показателей был выполнен расчет интегральной оценки восстановления почвенно-растительного покрова в соответствии с доработанной для данной цели методикой

**Baranov A.V.**, Doctor of Sciences (Geography), Gazprom VNIIGAZ LLC (Moscow, Russian Federation),  
A\_Baranolv@vniigaz.gazprom.ru

**Napolov O.B.**, Candidate of Sciences (Engineering), Gazprom VNIIGAZ LLC, O\_Napolov@vniigaz.gazprom.ru

### Control technique of reclaimed and contaminated areas adaptation to the Far North local natural conditions

The article describes the results of a study of the reclamation in the development zone of the Bovanenkovskoe field (Yamal Peninsula, Russian Federation) in 2010–2015. The set of works was aimed at restoring the productivity and economic value of disturbed lands, as well as improving the environmental conditions.

The authors developed a methodology for controlling the adaptation of reclaimed and contaminated areas to local natural conditions, aimed at an integral assessment of the biocenosis state of the reclaimed territories of the Far North. To assess the restoration of reclaimed areas, the estimated (weight) coefficients are recommended for the following groups of indicators: chemical, geobotanical, ecological, and biological.

Recommendations for sampling are given. In the course of the work, the passport of the studied site is filled in and the sample collection report is drawn up. The carried out control of reclamation in the pilot site of the Bovanenkovskoe oil and gas condensate field showed that in five years there was a complete restoration of local plant and animal associations. The site completely corresponds to local natural conditions and is a source of reproduction of the forage reserve of local reindeer breeding.

**KEYWORDS:** RECLAMATION, DISTURBED LANDS, FAR NORTH, BIOCENOSIS, PLANT ASSOCIATION, ANIMAL ASSOCIATION.

контроля качества восстановительных работ.

При расчете учитывались следующие различные показатели:

- химического загрязнения почвенно-растительного слоя;
- восстановление растительных сообществ (проектное покрытие, средняя высота побегов, суммарная доля жизнеспособных растений и незначительно ослабленных, количество особей на единицу площади, урожайность сеяного сообщества);
- проявления опасных экзогенных процессов на территории;
- показатели биологического разнообразия на территории – восстановление численности мелких млекопитающих (леммингов, мышей-полевков), кол-во особей/га;
- восстановление численности почвенных микроорганизмов, кг/га;
- динамика восстановления численности мелких млекопитающих (леммингов, мышей-полевков), %/год;
- период полного восстановления численности мелких млекопитающих (леммингов, мышей-полевков), лет;
- динамика восстановления численности почвенных микроорганизмов, %/год;

• период полного восстановления численности почвенных микроорганизмов, лет;

• период полного восстановления биоценоза на рекультивируемом участке, лет.

По результатам расчета рекультивированным участкам присваивалась та или иная категория качества восстановления почвенно-растительного слоя. Итоговая оценка  $\sum_{итог}$  складывалась из суммы баллов, присвоенных каждому показателю по всем четырём группам [3, 4, 7, 8].

Выбор данных показателей основан на результатах многолетних полевых исследований на п-ове Ямал, а также на экспертных оценках различных специалистов профильных научно-исследовательских институтов Российской Федерации [7–9].

Информация о более детальной реализации предложенной методики представлена ниже.

С учетом практического опыта рекультивации нарушенных земель в условиях п-ова Ямал авторами предложены оценочные (весовые) коэффициенты для отдельных показателей (критериев) (табл. 1). Приведенные в табл. 1 показатели контроля рекультивации нарушенных и загрязнен-

ных земель позволяют получить объективную оценку текущего экологического состояния этих территорий, связанную с их полным восстановлением.

На основе ранее выполненных экспертных оценок [7–9] рассчитаны весовые коэффициенты для отдельных групп критериев:

- группа химических критериев – 1;
- группа геоботанических критериев – 1,5;
- группа экологических критериев – 1;
- группа биологических критериев – 2.

Кроме того, «закрывающие» каждую группу показатели, такие как период полного восстановления биоценоза на рекультивируемом участке, имеют весовой коэффициент 2.

#### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Краткое описание основных положений по контролю состояния рекультивированных и загрязненных земель согласно [3] представлено ниже.

**Сроки и периодичность проведения работ.** Мероприятия по контролю качества восстановления почвенно-растительного покрова проводятся ежегодно в течение

Таблица 1. Оценочные (весовые) коэффициенты для отдельных показателей (критериев) контроля рекультивированных территорий  
Table 1. Estimate-based (weight) coefficients for individual indicators (criteria) for monitoring reclaimed areas

Показатель Indicator	Значение показателя Indicator value	Балльная оценка Numerical score
Актуальная (активная) кислотность почвы, ед. pH <sub>H2O</sub> [10] Actual (active) soil acidity, units pH <sub>H2O</sub> [10]	3,5 – очень низкий 3.5 – very low	5
	3,6–4,0 – низкий 3.6–4.0 – low	4
	4,1–4,5 – средний 4.1–4.5 – medium	3
	4,6–5,0 – высокий 4.6–5.0 – high	2
	>5,1 – очень высокий >5.1 – very high	1
Проективное покрытие растений, % [8] Projective plant cover degree, % [8]	<20 – очень низкий <20 – very low	1
	20–39 – низкий 20–39 – low	2
	40–59 – средний 40–59 – medium	3
	60–79 – высокий 60–79 – high	4
	>80 – очень высокий >80 – very high	5
Глубина преобразования ММП, м [3] Depth of permafrost alteration, m [3]	<0,2 – очень низкий <0.2 – very low	5
	0,2–0,49 – низкий 0.2–0.49 – low	4
	0,5–0,9 – средний 0.5–0.9 – medium	3
	1,0–1,49 – высокий 1.0–1.49 – high	2
	>1,5 – очень высокий >1.5 – very high	1
Восстановление численности мелких млекопитающих (леммингов, мышей-полевков), особей/10 тыс. м <sup>2</sup> [23] Restoration of small mammals' population (lemmings, field-voles), individuals/10 thousand m <sup>2</sup> [23]	<300 – очень низкий <300 – very low	1
	300–399 – низкий 300–399 – low	2
	400–499 – средний 400–499 – medium	3
	500–599 – высокий 500–599 – high	4
	>600 – очень высокий >600 – very high	5

пяти лет. В первый год проводится контроль объема выполненных работ согласно проекту рекультивации (в конце вегетационного сезона). Со второго года интегральная оценка качества восстановления почвенно-растительного покрова

осуществляется согласно настоящей методике в начале и в конце вегетационного сезона. Допустимы отклонения от указанных сроков проведения работ в зависимости от климатических условий текущего года. В календарных чис-

лах для территории п-ова Ямал в начале (с 1 по 15 июля) и в конце (с 20 августа по 10 сентября) вегетационного сезона.

**Измерение химических показателей.** Работы по оценке качественных показателей почвы и растительного покрова включают: отбор образцов почвы на оцениваемых участках, анализ образцов по химическим показателям, комплекс геоботанических, экологических и биологических исследований.

Определение химических показателей в отобранных образцах почвы проводится в аккредитованных лабораториях с применением сертифицированных методик и средств измерений. Для отбора репрезентативной пробы необходимо соблюдать основные принципы, установленные [11]. Отбор проб почв осуществляется на рекультивированном участке и на прилегающем фоновом, естественного сложения.

Пробы отбирают с тем условием, чтобы в каждом случае проба являлась типичной для данной точки отбора. В точках, намеченных для отбора образцов, предварительно удаляют остатки растительности. Объединенную (смешанную) пробу составляют из точечных проб, масса которых должна быть примерно одинаковой и не превышать 200 г. При отборе почвы буром объединенная проба составляется из 20–40 уколов (единичных заборов, произведенных через равные отрезки по диагонали пробной площадки). При отборе почв лопатой точки отбора располагают по «конверту» (четыре точки в углах площадки и одна в центре). Вокруг каждой из пяти точек делают еще по четыре прикопки. Точечные пробы сыпают на полиэтиленовую пленку, тщательно перемешивают и отбирают объединенную пробу.

Пробы, отобранные для проведения химического анализа, упаковывают в полотняные мешочки или бумажные пакеты. При необходимости хранения проб

почвы более месяца применяют консервацию. Почву пересыпают в кристаллизатор, заливают 3%-ным раствором формалина, приготовленным на изотоническом 0,85%-ном растворе хлористого натрия, или 3%-ным раствором соляной кислоты, а затем помещают в холодильник.

В ходе проводимых работ заполняется паспорт обследуемого участка и составляется акт отбора проб с указанием номера участка, времени, места отбора и т. д. Для каждой пробы заполняется этикетка на почвенный образец, которая прикрепляется к соответствующей пробе. Отобранные образцы почвы и копии актов отбора проб передаются в сертифицированную лабораторию для дальнейшего анализа по требуемым показателям.

**Геоботанические исследования.** В среднем на участке площадью 100 м<sup>2</sup> проводят пять измерений. Для определения количества растений осуществляют подсчет при помощи сетки Раменского на площади 10 × 10 см в учетной площадке 1 м<sup>2</sup>. Если оцениваемый участок сильно дифференцирован по элементам рельефа (овраги, уклоны, холмы и т. д.), количество повторных измерений должно быть достаточным для учета разнообразия рельефа. Геоботанические исследования по всем параметрам проводятся одновременно. Результаты измерений и наблюдений по каждому показателю заносятся в ведомость.

**Экологические исследования.** Измерение этих показателей осуществляется в полевых условиях в летний период с последующей статистической обработкой данных о текущей экологической обстановке: наличие очагов развития опасных природных процессов и явлений, участков подтопления, деградации многолетнемерзлых пород (ММП) и т. д.

**Биологические исследования** проводятся в полевых условиях в летний период с последующей



Рис. 1. Техническая рекультивация  
Fig. 1. Technical reclamation



Рис. 2. Биологическая рекультивация с помощью культиватора  
Fig. 2. Biological reclamation with cultivator

статистической обработкой данных о численности и динамике мелких млекопитающих и почвенных микроорганизмов.

Для вылова мелких млекопитающих живыми применяют разного рода живоловки (сетчатые или ящичного типа) либо сооружают ловчие канавки или заборчики с вкопанными цилиндрами или конусами (последние менее трудоемки в установке). Канавки и заборчики обходят утром и собирают из цилиндров пойманных зверьков.

При использовании этого метода для определения численности мелких животных служит число особей, попавших в среднем за 10 дней проведения отлова.

**Интегральная оценка качества почв** максимально объективно отражает качество проведенных

восстановительных работ. Методика оценки основана на комплексном подходе и учитывает взаимосвязь множества индивидуальных показателей, характеризующих состояние контролируемого участка. Итоговая оценка складывается из суммы баллов, присвоенных каждому контролируемому показателю.

**Итоговая результирующая оценка контроля рекультивации нарушенных и загрязненных земель.** По итогам статистической обработки фактического материала, собранного в результате проведения полевых исследований на п-ове Ямал, получена результирующая оценка текущего состояния рекультивируемых участков по отношению к местным природным условиям:

- группа «очень низкий результат рекультивации» имеет результирующую оценку <99;
- группа «низкий результат рекультивации» – от 100 до 149;
- группа «средний результат рекультивации» – от 150 до 199;
- группа «высокий результат рекультивации» – от 200 до 249;
- группа «очень высокий результат рекультивации» – более 250.

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

В качестве примера далее приводится методика контроля рекультивации нарушенных и загрязненных земель пилотного участка, расположенного на территории Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения (НГКМ).

Рекультивированная территория представляет собой бывший карьер минерального грунта, на котором были проведены техническая и биологическая рекультивация (рис. 1, 2). Биологическая рекультивация осуществлялась с применением специальной техники (с низким давлением на грунт) и высевом адаптированной к местным условиям травосмеси (мятлик луговой, кострец безостый, овсяница луговая, овсяница красная, тимофеевка луговая)

Таблица 2. Состояние биоценоза на пилотном участке 1 (карьер № 4): первоначальное нарушенное (в 2010 г.) и современное (в 2015 г.)

Table 2. Initial disturbed (in 2010) and current (in 2015) state of the biocenosis in pilot section 1 (quarry No. 4)

Характеристики биоценоза Characteristics of biocenosis	Нарушенный биоценоз в 2010 г. Disturbed biocenosis in 2010	Современное состояние биоценоза в 2015 г. Current state of biocenosis in 2015
Растительное сообщество Plant community	Растительные сообщества отсутствуют Absence of plant associations	Устойчивое травяно-кустарничково-моховое низкорослое сообщество Sustainable grass-subshurb-moss lowland association
Доминирующие виды Dominant species	–	Злаки, мхи и редко растущие лишайники, кустарнички, морошка, брусника, пушица Cereals, mosses and sparse lichens, subshrubs, cloudberry, cowberry, cotton grass
Общее проективное покрытие, % General projective cover, %	0	100
Обилие доминирующих видов, % Abundance of dominant species, %	–	По понижениям – злаки (60), кустарнички (30), дикрановые мхи и редко растущие лишайники (10); по повышенным участкам – кустарнички, морошка, брусника (60), травы, щучка дернистая, зеленые и сфагновые мхи в сочетании с редко растущими лишайниками (40) On lowered areas – cereals (60), subshrubs (30), forkmosses and sparse lichens (10); on elevated areas – subshrubs, cloudberry, cowberries (60), grass plant, turfy hair grass, green and sphagnum mosses in association with sparse lichens (40)
Скученность растений, % Density of plants, %	–	Злаки (20), кустарнички (60), лишайники (20) Cereals, (20), subshrubs (60), lichens (20)
Жизненное состояние растений Life state of plants	Растительные сообщества отсутствуют Absence of plant associations	Жизнеспособные, без признаков отмирания Viable, without signs of dying-off
Тип повреждения растительного покрова Type of vegetation damage	Погребение растительности под отвалами грунта Burial of vegetation under the soil dumps	Не выявлены Not identified
Сообщество животных Animal association	Отсутствие мелких млекопитающих (леммингов, мышей-полевков) Absence of small mammals (lemmings, field-voles)	Присутствие мелких млекопитающих (леммингов, мышей-полевков) Presence of small mammals (lemmings, field-voles)



Рис. 3. Нарушенный пилотный участок № 1 в 2010 г.  
Fig. 3. Disturbed pilot site No. 1 in 2010



Рис. 4. Полностью восстановленный пилотный участок № 1 в 2015 г.  
Fig. 4. Completely restored pilot site No. 1 in 2015

с минеральным удобрением, обеспечивающим хорошую всхожесть в течение одного вегетационного периода.

Пилотный участок рекультивации № 1 был выбран на карьере

минерального грунта № 4. Общая площадь участка рекультивации составила 4,45 га. Рекультивационные работы проводились в 2010 г., а за период с 2010 по 2015 г. данный пилотный участок

практически полностью восстановил свой исходный биоценоз (табл. 2, рис. 3–4).

В табл. 3–6 приводятся полученные значения химических, геоботанических, экологических

Таблица 3. Химические показатели контроля численности  
Table 3. Chemical indicators of reclamation control of disturbed and contaminated lands

№ п/п No.	Показатель Indicator	Значение показателя Indicator value	Балльная оценка Numerical score
1	Актуальная (активная) кислотность почвы, ед. рН <sub>H2O</sub> [11] Actual (active) soil acidity, units рН <sub>H2O</sub> [11]	>5,1 – очень высокий (very high)	1
2	Содержание, мг/кг Content, mg/kg	Нитраты (по NO <sub>3</sub> ) [12] Nitrates (by NO <sub>3</sub> ) [12]	<80 – очень низкий (very low)
3		Бенз(а)пирен [13] Benzapyrene [13]	<0,005 – очень низкий (very low)
4		Co [14]	<1 – очень низкий (very low)
5		Pb, подвижная форма [15] Pb, mobile form [15]	<2 – очень низкий (very low)
6		Zn [15]	<16 – очень низкий (very low)
7		Cu [14]	<1 – очень низкий (very low)
8		Ni [14]	<1 – очень низкий (very low)
9		Cr <sup>3+</sup> , подвижная форма (mobile form) [15]	<2 – очень низкий (very low)
10		As [14]	<0,5 – очень низкий (very low)
11		Mn [15]	<1000 – очень низкий (very low)
12		V [14]	<100 – очень низкий (very low)
13		F, водорастворимая форма (water soluble form) [16]	<5 – очень низкий (very low)
14		Cd [14]	0,05–0,19 – низкий (low)
15		KCl [17]	<160 – очень низкий (very low)
16		Sb [14]	2,0–3,9 – низкий (low)
17		Hg [15]	<1,5 – очень низкий (very low)
18		P [18]	>50 – очень высокий (very high)
19		Нефтепродукты [19] Petroleum products [19]	<1000 – очень низкий (very low)
20		Содержание азота общего, мг/100 г [20] Total nitrogen content, mg/100 g [20]	<0,5 – очень низкий (very low)
21	Суммарный показатель химического загрязнения почвы (Zc) [21] Total indicator of soil chemical contamination (Zc) [21]	<10 – очень низкий (very low)	5

Примечание. Суммарная балльная оценка:

$$\sum_{i=1}^{20} n_i + (2 \cdot n_{i+1}) = 100,$$

где  $\sum_{i=1}^{20} n_i$  – сумма значений первых 20 показателей;  $(2 \cdot n_{i+1})$  – удвоенное значение 21-го показателя.

Note. Total numerical score is:

$$\sum_{i=1}^{20} n_i + (2 \cdot n_{i+1}) = 100,$$

where  $\sum_{i=1}^{20} n_i$  is the sum of the values of the first 20 indicators;  $(2 \cdot n_{i+1})$  is the redoubled value of 21st indicator.

Таблица 4. Геоботанические показатели контроля рекультивации нарушенных и загрязненных земель [7]  
Table 4. Geobotanical indicators of reclamation control of disturbed and contaminated lands [7]

№ п/п No.	Показатель Indicator	Значение показателя Indicator value	Балльная оценка Numerical score
1	Проективное покрытие растений, % Projective plant cover degree, %	>80 – очень высокий (very high)	5
2	Средняя высота растительных побегов, см Average height of vegetative shoots, cm	10,0–11,9 – высокий (high)	4
3	Суммарная доля жизнеспособных растений из числа всех видов, % Total percentage of viable plants among all species, %	60–79 – высокий (high)	4
4	Суммарная биомасса растений на рекультивируемом участке, т/10 тыс. м <sup>2</sup> Total biomass of plants in the area under reclamation, t/10 thousand m <sup>2</sup>	3,0–4,9 – высокий (high)	4
5	Ежегодный прирост растительной биомассы, т/га в год Annual growth of plant biomass, t/ha per year	0,5–0,9 – высокий (high)	4
6	Ежегодный прирост растительности, % от биомассы Annual growth of vegetation, % of biomass	9,0–11,9 – высокий (high)	4
7	Процент полностью восстановленных земель, % от общей площади участка рекультивации Percentage of fully restored lands, % of the total area of the reclamation site	>70 – очень высокий (very high)	5
8	Период полного восстановления растительного покрова на нарушенных и загрязненных землях (временной лаг), лет Period of complete restoration of vegetation cover on disturbed and contaminated lands (time lag), years	2,0–2,9 – низкий (low)	4

Примечание. Суммарная балльная оценка:

$$1,5 \cdot [\sum_{i=1}^7 n_i + (2 \cdot n_{i+1})] = 57,$$

где  $\sum_{i=1}^7 n_i$  – сумма значений первых 7 показателей;  $(2 \cdot n_{i+1})$  – удвоенное значение 8-го показателя; 1,5 – весовой коэффициент.

Note. Total numerical score is:

$$1,5 \cdot [\sum_{i=1}^7 n_i + (2 \cdot n_{i+1})] = 57,$$

где  $\sum_{i=1}^7 n_i$  is the sum of the values of the first 7 indicators;  $(2 \cdot n_{i+1})$  is the redoubled value of 8th indicator; 1.5 is the weight coefficient.

Таблица 5. Экологические показатели контроля рекультивации нарушенных и загрязненных земель  
Table 5. Ecological indicators of reclamation control of disturbed and contaminated lands

№ п/п No.	Показатель Indicator	Значение показателя Indicator value	Балльная оценка Numerical score
1	Глубина преобразования ММП, м [3] Depth of permafrost alteration, m [3]	<0,2 – очень низкий (very low)	5
2	Динамика деградации (преобразования) ММП, % в год [3] Dynamics of degradation (alteration) of permafrost, % per year [3]	<2 – очень низкий (very low)	5
3	Процент пораженности участков водно-эрозионными процессами [3, 22] Percentage of affected sites by water-erosion processes [3, 22]	<5 – очень низкий (very low)	5
4	Процент территории участка, подверженного подтоплению [3] Percentage of the site territory subjected to flooding [3]	<5 – очень низкий (very low)	5
5	Процент пораженности участка термокарстовыми процессами [3] Percentage of affected area by thermokarst processes [3]	<5 – очень низкий (very low)	5
6	Суммарный процент территории, подверженной развитию опасных природных процессов и явлений (к общей площади) [3, 22] Total percentage of the territory subjected to the development of dangerous natural processes and phenomena (to the total area) [3, 22]	<10 – очень низкий (very low)	5
7	Общая динамика территории, подверженной развитию опасных природных процессов и явлений (к общей площади), % в год [3, 22] General dynamics of the territory subjected to the development of dangerous natural processes and phenomena (to the total area), % per year [3, 22]	<2 – очень низкий (very low)	5
8	Коэффициент экологической устойчивости экосистем Coefficient of ecological sustainability of ecosystems	>5 – очень высокий (very high)	5

Примечание. Суммарная балльная оценка:

$$\sum_{i=1}^7 n_i + (2 \cdot n_{i+1}) = 45,$$

где  $\sum_{i=1}^7 n_i$  – сумма значений первых семи показателей;  $(2 \cdot n_{i+1})$  – удвоенное значение 8-го показателя.

Note. Total numerical score is:

$$\sum_{i=1}^7 n_i + (2 \cdot n_{i+1}) = 45,$$

where  $\sum_{i=1}^7 n_i$  is the sum of the values of the first 7 indicators;  $(2 \cdot n_{i+1})$  is the redoubled value of 8th indicator.

Таблица 6. Биологические показатели контроля рекультивации нарушенных и загрязненных земель  
Table 6. Biological indicators of reclamation control of disturbed and contaminated lands

№ п/п No.	Показатель Indicator	Значение показателя Indicator value	Балльная оценка Numerical score
1	Восстановление численности мелких млекопитающих (леммингов, мышей-полевков), особей/га [23] Restoration of small mammals' population (lemmings, field-voles), individuals/ha [23]	500–599 – средний (medium)	4
2	Восстановление численности почвенных микроорганизмов, кг/10 тыс. м <sup>2</sup> [24] Restoration of the number of soil microorganisms, kg/10 thousand m <sup>2</sup> [24]	90–99 – средний (medium)	3
3	Динамика восстановления численности мелких млекопитающих (леммингов, мышей-полевков), % в год [23] Dynamics of restoration of small mammals' population (lemmings, field-voles), % per year [23]	30–39 – средний (medium)	4
4	Период полного восстановления численности мелких млекопитающих (леммингов, мышей-полевков), год [23] Period of complete restoration of small mammals' population (lemmings, field-voles), year [23]	2,0–2,9 – средний (medium)	3
5	Динамика восстановления численности почвенных микроорганизмов, % в год [24] Dynamics of restoration of the number of soil microorganisms, % per year [24]	25–34 – средний (medium)	3
6	Период полного восстановления численности почвенных микроорганизмов, год [24] Period of complete restoration of the number of soil microorganisms, year [24]	4,0–4,9 – средний (medium)	3
7	Период полного восстановления биоценоза на рекультивируемом участке, год [24] Period of complete restoration of the biocenosis in the area under reclamation, year [24]	5,0–5,9 – средний (medium)	3

Примечание. Суммарная балльная оценка:

$$2 \cdot \left[ \sum_{i=1}^6 n_i + (2 \cdot n_{i7}) \right] = 52,$$

где  $\sum_{i=1}^6 n_i$  – сумма значений первых 6 показателей;  $(2 \cdot n_{i7})$  – удвоенное значение 7-го показателя; 2 – весовой коэффициент.

Note. Total numerical score is:

$$2 \cdot \left[ \sum_{i=1}^6 n_i + (2 \cdot n_{i7}) \right] = 52,$$

where  $\sum_{i=1}^6 n_i$  is the sum of the values of the first 6 indicators;  $(2 \cdot n_{i7})$  is the redoubled value of 7th indicator; 2 is the weight coefficient.

и биологических критериев плотного участка рекультивации № 1, полученные на основе расчетных данных, а также экспертной оценки.

Из табл. 3 видно, что значения химических показателей контроля рекультивации нарушенных и загрязненных земель имеют очень высокую балльную оценку, что указывает на благоприятную экологическую обстановку на территории. Из табл. 4 следует, что значения геоботанических показателей контроля рекультивации нарушенных и загрязненных земель имеют очень высокую и высокую балльные оценки, что указывает на длительный период

восстановления растительных сообществ на территории. Из табл. 5 видно, что значения экологических показателей контроля рекультивации нарушенных и загрязненных земель имеют очень высокую оценку, что отражает очаговый и локальный характер проявления опасных экзогенных процессов. Из табл. 6 следует, что значения биологических показателей контроля рекультивации нарушенных и загрязненных земель имеют среднюю и благоприятную балльные оценки, что характеризует длительный период восстановления численности и ареалов распространения биологических видов.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Суммарная балльная оценка составляет 254 балла, что соответствует «очень высокому результату» рекультивации. Таким образом, выполненный контроль рекультивации на плотном участке показал следующее:

- достигнут очень высокий результат рекультивации;
- за 5 лет произошло полное восстановление местных растительных и животных сообществ;
- участок полностью соответствует местным природным условиям и является источником воспроизводства кормовой базы оленеводства;



- высокий результат рекультивации также связан с благоприятными природными условиями (ровная поверхность, не затронутый техногенной деятельностью сопредельный к участку исходный природный ландшафт);
- результаты показывают возможность применения данной методики на других территориях в условиях Крайнего Севера.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, на территории Бованенковского НГКМ были проведены исследования процессов восстановления нарушенных и загрязненных земель на опытно-экспериментальных участках, рекультивированных с применением усовершенствованных технологий рекультивации. Эффективность их практиче-



ской реализации определялась по методике, основанной на расчете интегральной оценки по четырем группам показателей.

Результаты анализа динамики восстановления нарушенных территорий свидетельствуют о том, что разработанные технологии

позволяют получить полноценный растительный покров в течение одного вегетационного периода и не требуют в дальнейшем дополнительного посева и могут быть адаптированы для других территорий в условиях Крайнего Севера. ■

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 17.5.1.01–83. Охрана природы (ССОП). Рекультивация земель. Термины и определения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200006606> (дата обращения: 10.01.2018).
2. ГОСТ 17.5.3.04–83. Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель (с Изменением № 1) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200003393> (дата обращения: 10.01.2018).
3. Баранов А.В., Григорьев В.Я., Якушев Н.Л., Унанян К.Л. Деградации и охрана почв в районах освоения месторождений углеводородов Крайнего Севера // Георесурсы, геоэнергетика, геополитика. 2010. № 2 (2) [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://oilgasjournal.ru/vol\\_2/articles/7.pdf](http://oilgasjournal.ru/vol_2/articles/7.pdf) (дата обращения: 10.01.2018).
4. Коняев С.В., Пыстина Н.Б., Баранов А.В., Унанян К.Л. Некоторые экологические проблемы освоения нефтегазовых месторождений Арктики // Газовая промышленность. 2011. № 10. С. 86–89.
5. ГОСТ 17.4.2.01–81. Охрана природы (ССОП). Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния (с Изменением № 1) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200006395> (дата обращения: 10.01.2018).
6. ГОСТ 17.4.2.02–83. Охрана природы (ССОП). Почвы. Номенклатура показателей пригодности нарушенного плодородного слоя почв для землевания [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200012798> (дата обращения: 10.01.2018).
7. Баранов А.В. Полуостров Ямал: экологические проблемы и пути их решения. М.: ИРЦ «Газпром», 2006. 90 с.
8. Васильевская В.Д., Григорьев В.Я., Аكوпова Г.С. и др. Диагностика и охрана почвенно-растительного покрова в районах освоения газовых месторождений Крайнего Севера. М.: ИРЦ «Газпром», 2005. 99 с.
9. Башкин В.Н., Арно О.Б., Арабский А.К. и др. Ретроспектива и прогноз геоэкологической ситуации на газоконденсатных месторождениях Крайнего Севера. М.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 2012. 279 с.
10. ГОСТ 26483–85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200023490> (дата обращения: 10.01.2018).
11. ГОСТ 28168–89. Почвы. Отбор проб [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200023554> (дата обращения: 10.01.2018).
12. ГОСТ 26488–85. Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-26488-85> (дата обращения: 10.01.2018).
13. ПНД Ф 16.1.2:2.2:3.3.39–2003 (издание 2012 г.). Количественный химический анализ почв. Методика измерений массовой доли бенз(а)пирена в пробах почв, грунтов, твердых отходов, донных отложений, осадках сточных вод методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуоресцентным детектированием с использованием жидкостного хроматографа «Люмахром». М., 2012, 27 с.
14. ПНД Ф 14.1:2.4.140–98. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовых концентраций бериллия, ванадия, висмута, кадмия, кобальта, меди, молибдена, мышьяка, никеля, олова, свинца, селена, серебра, сурьмы, хрома в питьевых, природных и сточных водах методом атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200077591> (дата обращения: 10.01.2018).
15. РД 52.18.289–90. Методические указания. Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия, кобальта, хрома, марганца) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200048596> (дата обращения: 10.01.2018).
16. ГОСТ 32982–2014 (ISO 11724:2004). Топливо твердое минеральное. Определение содержания общего фтора [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200119807> (дата обращения: 10.01.2018).
17. ПНД Ф 14.1:2.4.138–98. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовых концентраций калия, лития, натрия и стронция в пробах питьевых, природных и сточных вод методом ААС с пламенной атомизацией [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://gostrf.com/normadata/1/4293832/4293832515.htm> (дата обращения: 10.01.2018).
18. ГОСТ 26204–91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200023447> (дата обращения: 10.01.2018).
19. РД 52.18.595–96. Федеральный перечень Методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды (с изменениями № 1, 2, 3) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200036098> (дата обращения: 10.01.2018).



**ГАЗОВАЯ  
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**

**ОТРАСЛЕВОЕ СОВЕЩАНИЕ  
ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ЗАЩИТЫ  
ОТ КОРРОЗИИ  
ОРГАНИЗАЦИЙ ГРУППЫ  
ПАО «ГАЗПРОМ»**

22-26 мая 2018 г.  
г. Нижний Новгород

20. ГОСТ Р 53219–2008 (ISO 14255:1998). Качество почвы. Определение содержания нитратного азота, аммонийного азота и общего азота в воздушно-сухих почвах с помощью хлорида кальция в качестве экстрагирующего вещества [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200075085> (дата обращения: 10.01.2018).
21. Методические рекомендации. Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200060013> (дата обращения: 10.01.2018).
22. Баранов А.В., Наполов О.Б., Унанын К.Л. Оценка развития эрозионных процессов на Бованенковском НГКМ // Газовая промышленность. 2011. № 10. С. 84–85.
23. Штро В.Г., Сосин В.Ф. Некоторые особенности динамики численности сибирского лемминга в подзонах тундр Ямала // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2004. Вып. № 3 (29). С. 110–115.
24. The Rhizobiaceae. Молекулярная биология бактерий, взаимодействующих с растениями. СПб.: Бионит, 2002. 567 с.

## REFERENCES

1. State Standard GOST 17.5.1.01–83. Nature Protection (System of Standards in the Field of Nature Protection). Land Reclamation. Terms and Definitions [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200006606> (access date: January 10, 2018). (In Russian)
2. State Standard GOST 17.5.3.04–83. Nature Protection. Lands. Reclamation General Requirements (with Amendment No. 1) [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200003393> (access date: January 10, 2018). (In Russian)
3. Baranov A.V., Grigoriev V.Ya., Yakushev N.L., Unanyan K.L. Degradation and Conservation of Soil in the Areas of Developing of Fields of Hydrocarbons of the Far North. Georesursy, geoenergetika, geopolitika = Georesources, geoenergy, geopolitics, 2010, No. 2 (2) [Electronic source]. Access mode: [http://oilgasjournal.ru/vol\\_2/articles/7.pdf](http://oilgasjournal.ru/vol_2/articles/7.pdf) (access date: January 10, 2018). (In Russian)
4. Konyaev S.V., Pystina N.B., Baranov A.V., Unanyan K.L. Some Ecological Problems of Development of Oil and Gas Fields of the Arctic. Gazovaya promyshlennost' = Gas Industry, 2011, No. 10, P. 86–89. (In Russian)
5. State Standard GOST 17.4.2.01–81. Nature Protection (System of Standards in the Field of Nature Protection). Soils. Nomenclature of Sanitary Condition Indices (with Amendment No. 1) [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200006395> (access date: January 10, 2018). (In Russian)
6. State Standard GOST 17.4.2.02–83. Nature Protection (System of Standards in the Field of Nature Protection). Soils. Nomenclature of Suitability Characteristics of Disturbed Rich Soil Layer to be Backfilled [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200012798> (access date: January 10, 2018). (In Russian)
7. Baranov A.V. Yamal Peninsula: Environmental Problems and Ways of Their Solution. Moscow, Information and Advertising Center Gazprom LLC, 2006, 90 p. (In Russian)
8. Vasilievskaya V.D., Grigoriev V.Ya., Akopova G.S., et al. Diagnostics and Protection of Soil and Vegetation Cover in the Areas of Development of Gas Fields in the Far North. Moscow, Information and Advertising Center Gazprom LLC, 2005, 99 p. (In Russian)
9. Bashkin V.N., Arno O.B., Arabsky A.K., et al. Retrospective and Forecast of the Geoecological Situation at the Gas Condensate Fields of the Far North. Moscow, Gazprom VNIIGAZ LLC, 2012, 279 p. (In Russian)
10. State Standard GOST 26483–85. Soils. Preparation of Salt Extract and Determination of Its pH by CINA0 (Central Research Institute of Agrochemical Agricultural Services) Method [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200023490> (access date: January 10, 2018). (In Russian)
11. State Standard GOST 28168–89. Soils. Sampling [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200023554> (access date: January 10, 2018). (In Russian)
12. State Standard GOST 26488–85. Soils. Determination of Nitrates by CINA0 (Central Research Institute of Agrochemical Agricultural Services) Method [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/gost-26488-85> (access date: January 10, 2018). (In Russian)
13. Environmental Regulatory Document of the Federal Level PND F 16.1:2.2:2.3:3.39–2003 (Edition of 2012). Quantitative Chemical Analysis of Soils. Methods for Measurements of Mass Fraction of Benzopyrene in the Samples of Soils, Subsoils, Solid Wastes, Bottom Sediments, Wastewater Sediments by High-Performance Liquid Chromatography Method with Fluorescent Detection with Using Liquid Chromatograph Lyumakhrom. Moscow, 2012, 27 p. (In Russian)
14. Environmental Regulatory Document of the Federal Level PND F 14.1:2.4.140–98. Quantitative Chemical Analysis of Waters. Methods for Performing Measurements of Mass Concentrations of Beryllium, Vanadium, Bismuth, Cadmium, Cobalt, Copper, Molybdenum, Arsenic, Nickel, Tin, Lead, Selenium, Silver, Antimony, Chromium in Drinking, Natural and Waste Waters by Atomic Absorption Spectrometry with Electrothermal Atomization [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200077591> (access date: January 10, 2018). (In Russian)
15. Regulatory Document RD 52.18.289–90. Methodology Instructions. Methods for Performing Measurements of the Mass Fraction of Mobile Forms of Metals (Copper, Lead, Zinc, Nickel, Cadmium, Cobalt, Chromium, Manganese) in Soil Samples by Atomic Absorption Analysis [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200048596> (access date: January 10, 2018). (In Russian)
16. State Standard GOST 32982–2014 (ISO 11724:2004). Solid Mineral Fuel. Determination of Total Fluorine Content [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200119807> (access date: January 10, 2018). (In Russian)
17. Environmental Regulatory Document of the Federal Level PND F 14.1:2.4.138–98. Quantitative Chemical Analysis of Waters. Method for Performing Measurements of Mass Concentrations of Potassium, Lithium, Sodium and Strontium in Drinking, Natural and Waste Water Samples Using Atomic Absorption Spectroscopy with Flame Atomization [Electronic source]. Access mode: <http://gostrf.com/normadata/1/4293832/4293832515.htm> (access date: January 10, 2018). (In Russian)
18. State Standard GOST 26204–91. Soils. Determination of Mobile Compounds of Phosphorus and Potassium by Chiricov Method Modified by CINA0 (Central Research Institute of Agrochemical Agricultural Services) [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200023447> (access date: January 10, 2018). (In Russian)
19. Regulatory Document RD 52.18.595–96. Federal List of Methods for Performing Measurements Allowed for Application in the Work Performed in Monitoring Environmental Pollution (with Amendments No. 1, 2, 3) [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200036098> (access date: January 10, 2018). (In Russian)
20. State Standard GOST R 53219–2008 (ISO 14255:1998). Soil Quality. Determination of Nitrate Nitrogen, Ammonium Nitrogen and Total Soluble Nitrogen in Air-Dry Soils Using Calcium Chloride Solution as Extractant [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200075085> (access date: January 10, 2018). (In Russian)
21. Methodical Recommendations. Integral Hygienic Assessment of the Degree of Tension in the Medical and Environmental Situation of Different Territories, Caused by Pollution of the Human Environment by Toxicants [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200060013> (access date: January 10, 2018). (In Russian)
22. Baranov A.V., Napolov O.B., Unanyan K.L. Assessment of Development of Erosion Processes in Bovanenkovskoe Oil and Gas Condensate Field. Gazovaya promyshlennost' = Gas Industry, 2011, No. 10, P. 84–85. (In Russian)
23. Shtro V.G., Sosin V.F. Some Peculiarities of the Dynamics of the Siberian Lemming Population in the Subzones of the Yamal Tundras. Nauchny vestnik Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga = Scientific Bulletin of the Yamalo-Nenets Autonomous District, 2004, No. 3 (29), P. 110–115. (In Russian)
24. The Rhizobiaceae. Molecular Biology of Model Plant-Associated Bacteria. Saint Petersburg, Bionit, 2002, 567 p. (In Russian)