

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ РЕЖИМА ЭКСПЛУАТАЦИИ КУСТОВЫХ ПЛОЩАДОК НА САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ НАСАЖДЕНИЙ В ЗОНЕ ЛЕСОТУНДРЫ

А. А. Сентемов, О. Н. Тюкавина

Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова
Российская Федерация, 163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 17
E-mail: a.sentemov@narfu.ru

Аннотация. Экосистемы лесотундры испытывают растущую техногенную нагрузку при освоении нефтегазовых месторождений. Цель исследования – оценка воздействия кустовых площадок разного технологического статуса (долговременная эксплуатация и активное бурение) на санитарное состояние древостоев в лесотундре Ненецкого АО. На Харьягинском месторождении на 11 кустах заложены пробные площади на разном удалении от объектов. Сплошным перечетом определены категории состояния деревьев, классы повреждения по степени дефолиации и степени дехромации. Выявлен достоверный пространственный градиент ухудшения всех показателей при приближении к источникам воздействия. Наиболее сильное негативное влияние зафиксировано у активно разбуриваемой площадки, что указывает на пиковую нагрузку в период бурения. На расстоянии 15 м от активно разбуриваемых площадок состояние лесного насаждения характеризуется как сильно ослабленное; на расстоянии 45 м и 65 м – ослабленное. Средний класс повреждения деревьев по степени дефолиации сокращается с удалением на 45 м от активно разбуриваемой площадки на 50 %; на 65 м – на 77,8 %; средний класс повреждения деревьев по степени дехромации сокращается с удалением на 45 и 65 м – на 77,8 % по сравнению с насаждением вблизи от нее. Результаты подтверждают долгосрочный и кумулятивный характер воздействия даже для давно эксплуатируемых объектов. На расстоянии 65 м от кустовых площадок разного технологического статуса состояние насаждения в большинстве случаев значительно не отличается от контрольных пробных площадей, расположенных на разном расстоянии от хозяйственных построек в фоновой зоне вне кустовых площадок. Полученные данные могут применяться при разработке систем экологического мониторинга и планировании рекультивации в арктической зоне.

Ключевые слова: лесотундра, нефтегазовое месторождение, кустовая площадка, техногенное воздействие, санитарное состояние древостоя, пространственный градиент.

Conifers of the boreal area. 2026, Vol. XLIV, No. 3, P. 75–82

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF WELL PAD OPERATIONAL MODE ON THE SANITARY CONDITION OF FOREST-TUNDRA STANDS

A. A. Sentemov, O. N. Tyukavina

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov
17, Severnaya Dvina Embankment, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation
E-mail: a.sentemov@narfu.ru

Annotation. Arctic forest-tundra ecosystems are under increasing technogenic pressure due to hydrocarbon field development. This study assessed the impact of well pads of different operational status (long-term and actively drilling) on the sanitary condition of adjacent tree stands in the Nenets Autonomous Okrug. Research at the Kharyaga field included 11 well pads with sample plots established at varying distances. A complete tree census determined condition, defoliation, and decoloration categories. Statistical analysis confirmed a significant spatial gradient of deterioration closer to infrastructure. The strongest impact was found near a recently active drilling site, indicating peak load during this phase. At a distance of 15 m from the actively drilled sites, the condition of the forest plantation is characterized as severely weakened; at a distance of 45 m and 65 m – weakened. The average damage class of trees by the degree of defoliation is reduced from 45 m away from the actively drilled site by 50 %; by 65 m – by 77.8 %; the average damage class of trees by the degree of dechromation is reduced from 45 m and 65 m – by 77.8 % compared to planting near it. Results demonstrate the long-term and cumulative nature of impact even from older pads. At a distance of 65 m from bush sites of different technological status, the condition of the plantation in most cases does not significantly differ from the control test areas located at different distances from outbuildings in the background area outside the bush sites. This data is crucial for developing environmental monitoring and reclamation strategies in the Arctic.

Keywords: Keywords: forest-tundra, oil and gas field, well pad, technogenic impact, sanitary condition of the stand, spatial gradient.

ВВЕДЕНИЕ

Арктические и субарктические регионы России, обладающие значительными запасами углеводородов, являются зоной интенсивного промышленного освоения. Экосистема лесотундры, представляющая собой узкую переходную полосу между северной тайгой и тундрой, играет критически важную экологическую роль. Она выступает стабилизатором многолетнемерзлых грунтов, депонируют значительные объемы углерода в биомассе и торфяных почвах, поддерживают уникальное биоразнообразие и регулирует гидрологический режим обширных территорий [1]. Однако лесотундра характеризуется крайне низкой продуктивностью, замедленными процессами роста и восстановления, что обуславливает её высокую уязвимость к любым внешним воздействиям [2].

Основным фактором антропогенной трансформации ландшафтов Крайнего Севера является развитие нефтегазодобывающей инфраструктуры [3]. В России ключевыми нефтегазоносными регионами, где активная добыча ведется в лесной зоне, являются Западно-Сибирская (Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа), Восточно-Сибирская (Иркутская область) и Тимано-Печорская (Республика Коми, Ненецкий АО) провинции. Вопросам влияния объектов нефтегазовой инфраструктуры на таежные леса посвящено значительное количество исследований [4–7]. В то же время, воздействие на лесотундровые редколесья, изучено недостаточно.

В условиях лесотундры техногенное воздействие приобретает специфические черты из-за наличия многолетнемерзлых пород. Нарушение растительно-мохового покрова ведет к изменению теплообмена, протаванию мерзлоты, развитию термокарста и термоэрозии, что многократно усиливает и делает зачастую необратимыми последствия даже для локальных объектов, таких как кустовые площадки – производственные участки, на которых размещается группа скважин при кустовом бурении [8].

Целью данного исследования является оценка и сравнение воздействия кустовых площадок различного технологического статуса (давно эксплуатируемые и находящиеся в стадии активного разбурирования) на состояние древостоев в условиях лесотундры. В задачи входило: выявление пространственных закономер-

ностей изменения санитарного состояния древостоя (категории состояния, дефолиации, дехромации) в зависимости от расстояния до источника воздействия; сравнительный анализ уровня воздействия кустовых площадок разного возраста и типа скважин; оценка дополнительной нагрузки, создаваемой активными буровыми работами.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исходные данные получены в августе 2025 г. на Харьегинском месторождении (лесотундра Ненецкого АО). Климат умеренно-континентальный: средняя температура января -19°C , июля $+12^{\circ}\text{C}$. Рельеф равнинный, заболоченный, с преобладанием торфяных и глееподзолистых почв. Растительность – елово-березовые редколесья (сомкнутость крон 0,2–0,4) с кустарниковым, травяно-кустарничковым и мохово-лишайниковым ярусами [9].

В качестве объектов влияния на состояние древостоя были выбраны 11 кустовых площадок, принадлежащих двум компаниям-операторам ООО «Лукойл-Пермь» и ООО «ЗАРУБЕЖНЕФТЬ-добыча Харьег» [10]. Площадки различались по сроку эксплуатации (от 18 до 37 лет), количеству и типу скважин (добывающие, нагнетательные). Особый интерес представляла кустовая площадка EP-2 (№ 9), где на момент проведения полевых работ в течение последних трех лет велось активное бурение новых скважин. Для контроля фонового состояния заложена пробная площадь (№ 8) вблизи хозяйственных построек, не связанных с основным технологическим циклом добычи углеводородов (рис. 1).

Кустовая площадка представляет собой участок территории на месторождении предназначенный эксплуатации группы скважин. На кустовой площадке могут размещаться как добывающие и так нагнетательные скважины. Добывающие скважины используются для подъема нефти или газа из продуктивного пласта на поверхность. Нагнетательные скважины используются для поддержания пластового давления. В них закачивают воду или другие агенты, чтобы искусственно поддерживать давление в пласте и «вытеснять» нефть к добывающим скважинам [11; 12].

Информация по количеству и типу скважин на выбранных кустах Харьегинского месторождения приведена в табл. 1.

Таблица 1
Характеристика кустовых площадок на Харьегинском месторождении

№ п/п	№ куста скважин	Количество скважин		Площадь кустовой площадки, м ²	Срок эксплуатации, лет (на 2025 год)
		добывающие	нагнетательные		
1	4026	–	6	6580	34
2	59	6	2	8164	35
3	62	5	1	4320	35
4	NP-2	6	–	7952	22
5	65	7	2	5029	34
6	WP-1	12	5	13920	26
7	86	6	1	5670	34
8	Хоз. постройки	–	–	4620	35
9	EP-2 (активное бурение)	10	4	24964	18
10	31A	9	4	5895	36
11	9A	8	2	4278	37
12	130	10	4	8700	32

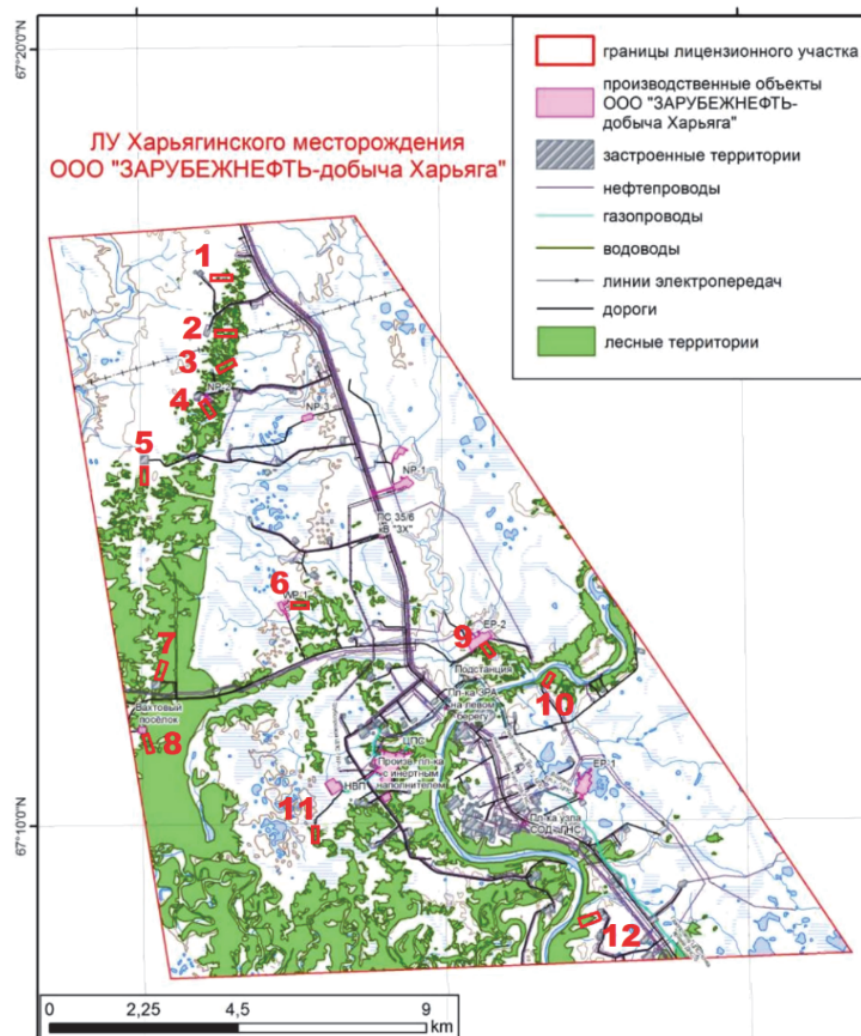


Рис. 1. Карта Харьягинского месторождения

Для каждой кустовой площадки было заложено по три пробные площади (ПП) на расстояниях от ее обваловки: 15, 45 и 65 м. Закладывали ленточные пробные площади шириной 20 м. Длина пробной площади определялась количеством деревьев (до 150 шт.). На каждой ПП проводился сплошной пересчет деревьев по ступеням толщины и по категориям состояния. В процессе исследований для каждого дерева определяли: категорию состояния, классы повреждения по степени дефолиации и степени дехромации. Статистическая обработка данных проведена в программном продукте Statistica 12. Для каждой ПП рассчитаны средние арифметические значения показателей и их ошибки. Достоверность различий между выборками (парами ПП на разных расстояниях от одного и того же объекта) оценивалась с помощью t -критерия Стьюдента. Критическое значение $t_{\text{кр}}$ принималось равным 2,0 (при уровне значимости $p=0,95$). Различия считались статистически значимыми при $t > 2,0$.

Проведённые полевые исследования показали, что лесотундровые редколесья на территории Харьягинского месторождения представляют собой разреженные (сомкнутость крон 0,1–0,4, полнота 0,3–0,5), низкопродуктивные насаждения (класс бонитета V–Va) естественного происхождения. Древостой одноярус-

ный, простой по структуре, с преобладанием ели сибирской (*Picea obovata*) в возрасте до 200 лет, высотой 6–8 (до 17) м и диаметром 12–15 (до 30) см, с примесью берёзы (табл. 1). Состав древостоя варьирует от чистых ельников (10Е) до смешанных березово-еловых насаждений с долей берёзы до 30 % (7ЕЗБ). Подрост ели присутствует, но угнетён; подлесок образован ерником (*Betula pumila*), ивами (*Salix* spp.) и кустарничками. Тип леса соответствует ельникам зеленомошно-лишайниковым на дренированных участках и березово-еловым редколесьям сфагновым в условиях избыточного увлажнения. Таксационные параметры согласуются с литературными данными для лесотундры Европейского Северо-Востока [13; 14].

Таксационные показатели отражают экстремальные условия произрастания на северном пределе леса: короткий вегетационный период, распространение многолетней мерзлоты, бедные суглинистые или заболоченные почвы. Древостои характеризуются низкой товарностью (IV класс) ввиду сильной сбежистости, искривлённости и малых размеров стволов, что исключает их промышленную ценность. Основная роль этих редколесий – средообразующая и стабилизирующая в условиях интенсивного техногенного воздействия нефтегазового комплекса [15; 16].

Таблица 2

Таксационная характеристика лесных насаждений в зонах влияния кустовых площадок различного технологического статуса

№ п/п	Куст скважин	Расстояние от объекта, м	Тип леса	Состав древостоя	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Класс бонитета	Относительная полнота
1	4026	15	Ельник зелено-мошно-лишайниковый	8Е2Б	7,6	14,2	V	0,32
		45		9Е1Б	7,8	14,6	V	0,34
		65		10Е	7,9	16,2	V	0,40
2	59	15	Ельник зелено-мошно-лишайниковый	7Е3Б	7,4	13,7	Va	0,30
		45		8Е2Б	7,5	14,0	V	0,32
		65		9Е1Б	7,7	15,8	V	0,35
3	62	15	Березово-еловое редколесье сфагновое	7Е3Б	7,5	13,9	Va	0,31
		45		8Е2Б	7,6	14,3	V	0,33
		65		9Е1Б	7,8	15,7	V	0,36
4	NP-2	15	Березово-еловое редколесье сфагновое	8Е2Б	7,6	14,0	V	0,32
		45		9Е1Б	7,8	14,5	V	0,34
		65		9Е1Б	8,0	16,0	V	0,38
5	65	15	Березово-еловое редколесье сфагновое	7Е3Б	7,4	13,8	Va	0,30
		45		8Е2Б	7,6	14,2	V	0,33
		65		9Е1Б	7,8	15,6	V	0,36
6	WP-1	15	Ельник зелено-мошно-лишайниковый	7Е3Б	7,3	13,5	Va	0,29
		45		8Е2Б	7,5	14,0	Va	0,31
		65		8Е2Б	7,6	15,2	V	0,34
7	86	15	Ельник зелено-мошно-лишайниковый	7Е3Б	7,5	14,1	Va	0,31
		45		8Е2Б	7,7	14,4	V	0,33
		65		9Е1Б	7,9	15,9	V	0,37
8	Хоз. постройки (фон)	15	Ельник зелено-мошно-лишайниковый	8Е2Б	7,7	14,7	V	0,32
		45		9Е1Б	7,9	15,3	V	0,36
		65		10Е	8,2	16,5	V	0,44
9	ЕР-2 (активное бурение)	15	Ельник зелено-мошно-лишайниковый	7Е3Б	7,5	13,8	Va	0,31
		45		8Е2Б	7,8	14,6	Va	0,34
		65		9Е1Б	7,8	15,5	V	0,38
10	31А	15	Ельник зелено-мошно-лишайниковый	7Е3Б	7,4	13,8	Va	0,30
		45		8Е2Б	7,6	14,3	V	0,33
		65		9Е1Б	7,8	15,8	V	0,36
11	9А	15	Березово-еловое редколесье сфагновое	7Е3Б	7,3	13,6	Va	0,29
		45		7Е3Б	7,5	14,1	Va	0,32
		65		8Е2Б	7,7	15,4	V	0,35
12	130	15	Ельник зелено-мошно-лишайниковый	7Е3Б	7,4	13,7	Va	0,30
		45		8Е2Б	7,6	14,2	V	0,33
		65		9Е1Б	7,8	15,7	V	0,36

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При удалении от кустовых площадок средние значения категорий состояния, дефолиации и дехромации уменьшаются, состояние древостоя улучшается (табл. 3). Эта тенденция наблюдалась для подавляющего большинства объектов. Наибольшее негативное воздействие на древостои оказывают активно разбуриваемые площадки и долговременно эксплуатируемые добывающие кусты. На расстоянии 15 м от активно разбуриваемых площадок и от состояния лесного насаждения характеризуется как сильно ослабленное; на расстоянии 45 м и 65 м – ослабленное. На расстоянии 15 м от долговременно эксплуатируемых добывающих площадок состояние лесного насаждения пограничное между сильно ослабленным и ослабленным; на расстоянии 45 м и 65 м – ослабленное. На расстоянии 15 м и 45 м от куста с нагнетательными скважинами состояние лесного насаждения характеризуется как ослабленное; на расстоянии 65 м – состояние лесного насаждения пограничное между ослабленным и без признаков ослабления.

Индекс категории состояния насаждения значительно сокращается при удалении на 65 м от активно разбуриваемой площадки по сравнению с насаждением на расстоянии 15 м на 35,7 % ($t = 6,3$ при $t_{st} = 2,0$). Средний класс повреждения деревьев по степени дефолиации сокращается с удалением на 45 м от активно разбуриваемой площадки на 50 % ($t = 2,5$ при $t_{st} = 2,0$); на 65 м – на 77,8 % ($t = 4,74$ при $t_{st} = 2,0$); средний класс повреждения деревьев по степени дехромации сокращается с удалением на 45 и 65 м – на 77,8 % ($t = 3,0$ при $t_{st} = 2,0$).

При удалении уже на 45 м от долговременно эксплуатируемых добывающих кустов отмечается значимое улучшение состояния древостоя. Так по сравнению с насаждением на расстоянии 15 м от обсуждаемого объекта категория состояния насаждения сокращается на 24,0 % ($t = 2,7$ при $t_{st} = 2,0$); средний класс повреждения деревьев по степени дефолиации – на 40,0 % ($t = 2,7$ при $t_{st} = 2,0$); средний класс повреждения деревьев по степени дехромации – на 85,7 % ($t = 2,7$ при $t_{st} = 2,0$).

Таблица 3
Санитарное состояние древостоев в зонах влияния кустовых площадок различного технологического статуса

Объект	Расстояние, м	Категория состояния	Средний класс повреждения деревьев по степени	
			дефолиации	дехромации
Активно разбуриваемая площадка	15	2,8±0,2	1,8±0,3	0,9±0,3
	45	2,4±0,2	0,9±0,2	0,2±0,1
	65	1,8±0,1	0,4±0,1	0,2±0,0
Долговременно эксплуатируемые добы- вающие кусты	15	2,5±0,2	1,5±0,2	0,7±0,2
	45	1,9±0,1	0,9±0,1	0,1±0,1
	65	1,6±0,1	0,4±0,1	0,1±0,0
Куст с нагнетательными скважинами	15	2,3±0,3	1,3±0,3	1,0±0,3
	45	2,2±0,1	1,2±0,2	0,5±0,2
	65	1,5±0,2	0,4±0,2	0,1±0,1
Фоновый участок (хоз, постройки)	15	1,8±0,2	0,6±0,1	0,2±0,1
	45	1,7±0,2	0,7±0,1	0,1±0,1
	65	1,4±0,1	0,5±0,1	0,1±0,0

Для куста с нагнетательными скважинами значимое улучшение состояния древостоя отмечается только на расстоянии от него 65 м. Так категория состояния насаждения сократилась на 34,8 % ($t = 2,2$ при $t_{st} = 2,0$); средний класс повреждения деревьев по степени дефолиации – на 69,2 % ($t = 2,5$ при $t_{st} = 2,0$); средний класс повреждения деревьев по степени дехромации – на 90,0 % ($t = 2,8$ при $t_{st} = 2,0$).

На расстоянии 65 м от кустовых площадок разного технологического статуса состояние насаждения в большинстве случаев значимо не отличается от контрольных пробных площадей, расположенных на разном расстоянии от хозяйственных построек в фоновой зоне вне кустовых площадок. Удаленность от хозяйственных построек значимо не влияет на состояние насаждения, хотя насаждение без признаков ослабления отмечается лишь на расстоянии 65 м.

Анализ значимости различий в показателях состояния древостоя между выборками подтвердил реальность выявленного пространственного градиента.

Значимые различия наблюдались при сравнении данных показателей насаждений на расстоянии 15 м и 65 м от кустовых площадок независимо от их технологических режимов (рис. 2). Реже значимые различия фиксировались между насаждениями на расстоянии 15–45 м и 45–65 м, что может указывать на плавный, а не резко очерченный характер переходной зоны воздействия в условиях разреженных лесотундровых насаждений.

Влияние куста скважин, где к моменту исследований в течение трёх лет велось бурение, на показатели состояния насаждения значимо на любых сравниваемых расстояниях (рис. 3). Полученный результат может быть обусловлен интенсивным уровнем воздействия в процессе бурения скважин: испарение и утечки химических реагентов в составе буровых технологических жидкостей, работа дизельных генераторов, пыль при обустройстве площадки под бурение, изменение рельефа, вибрация, загрязнение водоносных горизонтов и др.

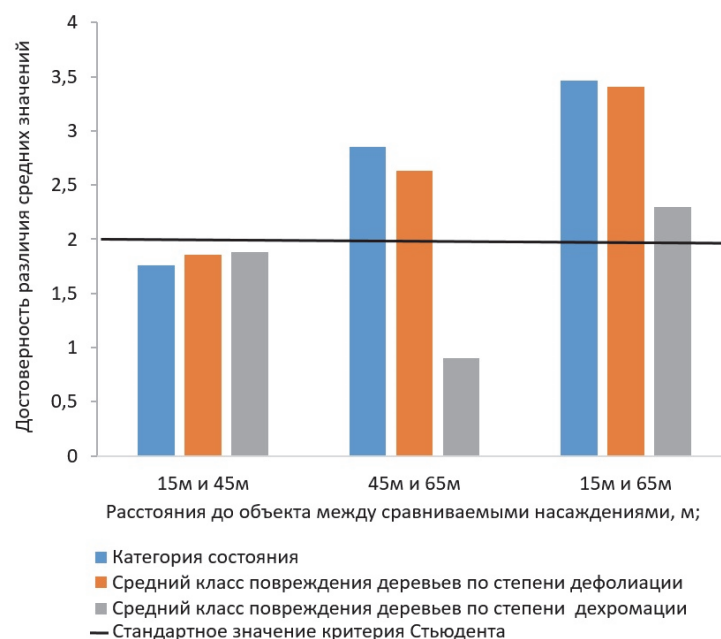


Рис. 2. Уровень значимости различий показателей состояния насаждения в зависимости от расстояния до кустовых площадок

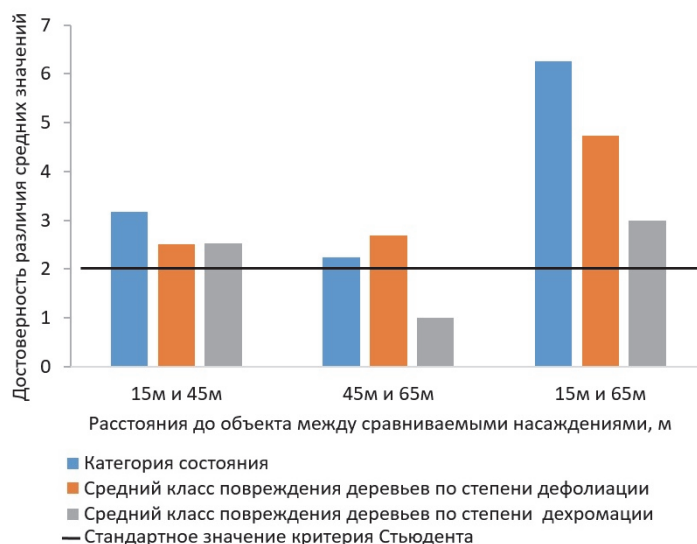


Рис. 3. Уровень значимости различий показателей состояния насаждения в зависимости от расстояния до кустовых площадок с активными буровыми работами

Полученные результаты согласуются с данными многочисленных исследований, проведенных в таежной зоне Западной Сибири и других нефтедобывающих регионов, где также фиксируется формирование концентрических зон угнетения растительности вокруг точечных техногенных объектов. Однако в условиях лесотундры выявленные эффекты имеют важные особенности [17–19].

Основными факторами негативного воздействия кустовых площадок на древостой лесотундры являются химическое загрязнение, механическое нарушение почв и изменение криогенного режима. Химическое воздействие связано с диффузными выбросами углеводородов и продуктов сгорания, которые даже в низких концентрациях оказывают хроническое стрессовое влияние на растения в условиях замедленного метаболизма. Механический фактор проявляется в уплотнении почвы и повреждении корневых систем при движении тяжелой техники. Совокупное действие этих факторов приводит к значительному снижению устойчивости прилегающих лесных экосистем [20–22].

Сохранившаяся негативная динамика состояния древостоев вблизи кустовых площадок, эксплуатируемых более 30 лет, свидетельствует о крайне низком восстановительном потенциале экосистемы лесотундры. Долговременный характер воздействия обусловлен двумя группами факторов. Во-первых, это первичные нарушения, нанесенные на этапе строительства (сплошная расчистка территории, планировка грунта, формирование шламовых амбаров), последствия которых не нивелируются в суровых климатических условиях. Во-вторых, в период добычи сохраняется постоянное техногенное воздействие, связанное с работой оборудования, движением транспорта, риском аварийных утечек и диффузным химическим загрязнением. Совокупное влияние этих факторов приводит к необратимой трансформации почвенно-растительного покрова и устойчивому угнетению древостоев на прилегающей территории.

Результаты, полученные для площадки ЕР-2, однозначно указывают на то, что этап активного бурения

характеризуется наиболее значительной техногенной нагрузкой. Это обусловлено комплексом сопутствующих факторов: максимальной интенсивностью движения тяжелой техники, непрерывной работой мощных дизель-генераторов, складированием химических реагентов и буровых шламов, а также повышенным риском локальных аварийных разливов. Именно в этот период формируется первичный ущерб, последствия которого оказывают влияние на экосистему в последующие десятилетия.

Сравнительно слабое воздействие куста с нагнетательными скважинами является важным практическим наблюдением. Оно подтверждает, что ключевыми источниками негативного влияния являются технологические процессы, связанные с извлечением углеводородов, а не просто факт присутствия скважин и инфраструктуры.

Выявленная пространственная закономерность в целом характерна и для таежных экосистем. Однако в лесотундре радиус значимого воздействия может быть меньше из-за изначальной разреженности древостоя и более интенсивного рассеивания загрязнителей на открытых пространствах. С другой стороны, последствия здесь могут быть более долговременными и катастрофичными из-за вовлечения криогенных процессов.

Полученные данные согласуются с международным опытом изучения воздействия нефтегазовой инфраструктуры в высоких широтах. Исследования на Аляске (месторождения Прадхо-Бей) и в канадской Арктике также показывают, что стадия бурения и начального обустройства месторождений является наиболее разрушительной, а восстановление растительного покрова в арктических условиях занимает десятилетия, часто приводя к смене доминирующих видов [23–25].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование на Харьягинском месторождении достоверно показывает, что кустовые площадки оказывают статистически значимое негативное влияние на состояние прилегающих древостоев лесотундры. Сила и характер этого влияния зависят

от технологического статуса объекта: наиболее сильное воздействие зафиксировано вблизи площадки с активным бурением, долговременно эксплуатируемые добывающие кусты также формируют устойчивую зону угнетения, тогда как площадка с нагнетательными скважинами демонстрирует минимальное влияние.

Установлено, что с увеличением расстояния от источника воздействия наблюдается последовательное улучшение санитарного состояния древостоя. Наибольшие значимые различия фиксируются между ближней (15 м) и дальней (65 м) зонами. Данный градиент служит индикатором техногенного воздействия. Даже для кустовых площадок, эксплуатируемых более 30 лет, не наблюдается выравнивания состояния древостоя на разных расстояниях. Это свидетельствует о том, что нарушения, полученные на этапе строительства и начальной эксплуатации, не компенсируются в суровых условиях лесотундры, а воздействие носит хронический характер.

Особое внимание при экологическом мониторинге должно уделяться площадкам на стадии активного бурения и новым кустам в первые годы эксплуатации. Проведенная работа вносит вклад в понимание механизмов антропогенной трансформации лесотундры и предоставляет научно обоснованные критерии для оценки и минимизации экологического ущерба при освоении арктических нефтегазовых месторождений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Акулышина Н. П., Новаковская Т. В. Оценка антропогенной трансформации растительности по шкале гемеробности в лесотундре и тундре Европейского Северо-Востока (Ненецкий автономный округ) // Освоение Севера и проблемы рекультивации : докл. 2-й Междунар. конф. Сыктывкар, 1994. С. 53–64.
2. Акулышина Н. П. Значение сукцессии и структуры растительности для оценки устойчивости экосистем и регулирования динамических процессов // Биологическая рекультивация на Севере (вопросы теории и практики). Сыктывкар, 1992. С. 28–42.
3. Антропогенная динамика растительного покрова Арктики и Субарктики: принципы и методы изучения / под ред. Б. А. Юрцева. СПб., 1995. 185 с.
4. Балданова Л. П., Балданова В. А. Влияние нефтегазодобычи на состояние лесных систем в Иркутской области // *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*. 2022. Т. 9. № 2. С. 06ECOR222. DOI: 10.15862/06ECOR222
5. Гашев С. Н., Гашева М. Н., Филиппова Л. В. Экологические последствия нефтегазодобычи на землях лесного фонда Западной Сибири // *Лесоведение*. 1991. № 5. С. 51–59.
6. Балданова Л. П., Балданова В. А. Влияние нефтегазодобычи на состояние лесных экосистем в Иркутской области // *Отходы и ресурсы*. 2022. Т. 9. № 2.
7. Зонирование подфакельных территорий на нефтяных месторождениях Ханты-Мансийского автономного округа с целью их последующей рекультивации / А. Е. Морозов, В. Г. Решетников, Н. А. Луганский, А. Г. Чемякин // *Известия СПбГЛТУ*. 2007. № 180. С. 114–125.
8. Гладков В. П. Влияние гусеничного транспорта на протаивание многолетней мерзлоты // Влияние геологоразведочных работ на природную среду Большеземельской тундры : тр. Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар, 1988. № 90. С. 36–48.
9. Новаковская Т. В., Акулышина Н. П. Использование геоботанических показателей экологической шкалы для картографирования нарушенных земель на Харьягинском нефтегазовом месторождении // *Экология*. 1997. № 4. С. 256–262.
10. Отчет о локальном экологическом мониторинге окружающей среды Харьягинского месторождения за 2019 г. ООО «Зарубежнефть-добыча Харьяга». 2020. URL: <https://www.nestro.ru/upload/iblock/140/42ecqaxdvfounxhefhgh5j9swvj17436.pdf> (дата обращения: 20.02.2026).
11. Алгоритм корректировки положения кустовых площадок при решении задачи разработки нефтяных месторождений / Е. Д. Кулаков, А. С. Михалев, А. В. Саренков [и др.] // *Информатика и автоматизация*. 2023. Т. 22, № 2. С. 447–481. DOI: 10.15622/ia.22.2.8
12. Определение влияния жидкости глушения на снижение фильтрационных характеристик карбонатных горных пород при освоении скважин / А. А. Сен-темов, М. Б. Дорфман // *Известия Томского политех. ун-та. Инжиниринг георесурсов*. 2023. Т. 334, № 6. С. 35–46. DOI: 10.18799/24131830/2023/6/4067
13. Василевич В. И., Бибилова Т. В. Сфагновые ельники Европейской России // *Бот. журн.* 2004. № 89(5). С. 734–748.
14. Медведева В. М., Корнилова Л. И., Вайнблат В. З. Основные типы заболоченных ельников Карелии // *Болотно-лесные системы Карелии и их динамика*. Л., 1980. С. 78–99.
15. Лебедев А. В., Кузмичев В. В. Таксационные показатели древостоев сосны по данным длительных наблюдений // *Сибирский лесной журнал*. 2023. № 2. С. 3–16.
16. Рогозина Е. А., Шиманский В. К. Некоторые теоретические аспекты восстановления нефтезагрязненных почвенных экосистем // *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. 2007. Т. 2. С. 1–16.
17. Губанов А. Г. Экологические проблемы при освоении углеводородного сырья на территории крайнего севера тюменской области // *Успехи современного естествознания*. 2009. № 7. С. 147–149.
18. Русецкая Г. Д. Недропользование в нефтегазовом комплексе: закономерности использования и сохранения экологических систем // *Известия Байкальского гос. ун-та*. 2019. Т. 29, № 4. С. 523–532.
19. Воздействие нефти и нефтепродуктов на окружающую среду / Н. М. Привалова, М. В. Двадненко, А. А. Некрасова и др. // *Научный журнал КубГАУ*. 2017. № 125(01).
20. Розинкина Е. П. Лесная рекультивация нарушенных земель в условиях подзоны северной тайги ЯНАО : дис. ... канд. с.-х. наук: 4.1.6. Екатеринбург, 2025.
21. Захарова Е. А. Влияние нефтедобычи на состояние окружающей среды // *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2024. Т. 9, № 2 (96). С. 13–16.
22. Балданова Л. П., Балданова В. А. Влияние нефтегазодобычи на состояние лесных экосистем в Иркутской области // *Отходы и ресурсы*. 2022. Т. 9, № 2. DOI: 10.15862/06ECOR222. EDN GQOJNH.

23. Ebersole J. J. Short-term vegetation recovery at an Alaskan Arctic Coastal Plain site // *Arct. Alp. Res.* 1987. Vol. 19, № 4. P. 442–450.

24. McKendric J. D. Plant succession on disturbed sites, North Slope, Alaska, USA // *Arctic and Alpine Research*, 1987. Vol. 19, № 4. P. 554–565.

25. Jill F. Johnstone, Steven V. Kokelj. Environmental Conditions and Vegetation Recovery at Abandoned Drilling Mud Sumps in the Mackenzie Delta Region, Northwest Territories, Canada // *Arctic*. 2008. Vol. 61, № 2. P. 199–211. DOI: 10.14430/arctic35

REFERENCES

1. Akul'shina N. P., Novakovskaya T. V. Ocenka antropogennoy transformacii rastitel'nosti po shkale gemerobnosti v lesotundre i tundre Evropejskogo Severo-Vostoka (Neneckij avtonomnyj okrug) // *Osvoenie Severa i problemy rekul'tivacii : dokl. 2-j Mezhdunar. konf. Syktyvkar*, 1994. S. 53–64.

2. Akul'shina N. P. Znachenie sukcesii i struktury rastitel'nosti dlya ocenki ustojchivosti ehkosisistem i regulirovaniya dinamicheskikh processov // *Biologicheskaya rekul'tivaciya na Severe (voprosy teorii i praktiki)*. Syktyvkar, 1992. S. 28–42.

3. Antropogennaya dinamika rastitel'nogo pokrova Arktiki i Subarktiki: principy i metody izucheniya / pod red. B. A. Yurceva. SPb., 1995. 185 s.

4. Baldanova L. P., Baldanova V. A. Vliyanie neftegazodobychi na sostoyanie lesnykh sistem v Irkutskoj oblasti // *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*. 2022. T. 9, № 2. S. 06ECOR222. DOI: 10.15862/06ECOR222.

5. Gashev S. N., Gasheva M. N., Filippova L. V. Ehkologicheskie posledstviya neftegazodobychi na zemlyakh lesnogo fonda Zapadnoj Sibiri // *Lesovedenie*. 1991. № 5. S. 51–59.

6. Baldanova L. P., Baldanova V. A. Vliyanie neftegazodobychi na sostoyanie lesnykh ehkosisistem v Irkutskoj oblasti // *Otkhody i resursy*. 2022. T. 9, № 2.

7. Zonirovanie podfakel'nykh territorij na neftyanykh mestorozhdeniyakh Khanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga s cel'yu ikh posleduyushchej rekul'tivacii / A. E. Morozov, V. G. Reshetnikov, N. A. Luganskij, A. G. Chernyakin // *Izvestiya SPBGLTU*. 2007. № 180. S. 114–125.

8. Gladkov V. P. Vliyanie gusenichnogo transporta na protaivanie mnogoletnej merzloty // *Vliyanie geologorazvedochnykh rabot na prirodnyuyu sredy Bol'shezemel'skoj tundry : tr. Komi NC URO RAN*. Syktyvkar, 1988. № 90. S. 36–48.

9. Novakovskaya T. V., Akul'shina N. P. Ispol'zovanie geobotanicheskikh pokazatelej ehkologicheskoy shkaly dlya kartografirovaniya narushennykh zemel' na Khar'yaginskom neftegazovom mestorozhdenii // *Ehkologiya*. 1997. № 4. S. 256–262.

10. Otchet o lokal'nom ehkologicheskom monitoringe okruzhayushchej sredy Khar'yaginskogo mestorozhdeniya za 2019 g. OOO «Zarubezhneft'-dobycha Khar'yagA». 2020. URL: <https://www.nestro.ru/upload/iblock/140/42ecqaxdvfounxhefhgh5j9swwjl7436.pdf> (data obrashcheniya: 20.02.2026).

11. Algoritm korrekcirovki polozheniya kustovykh ploshchadok pri reshenii zadachi razrabotki neftyanykh mestorozhdenij / E. D. Kulakov, A. S. Mikhalev, A. V. Sarenkov [i dr.] // *Informatika i avtomatizaciya*. 2023. T. 22, № 2. S. 447–481. DOI: 10.15622/ia.22.2.8.

12. Sentemov A. A., Dorfman M. B. Opreделение vliyaniya zhidkosti glusheniya na snizhenie fil'tracionnykh kharakteristik karbonatnykh gornyx porod pri osvoenii skvazhin // *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*. 2023. T. 334, № 6. S. 35–46. DOI: 10.18799/24131830/2023/6/4067

13. Vasilevich V. I., Bibikova T. V. Sfgagnovyie el'niki Evropejskoj Rossii. Bot. zhurn. 2004. № 89(5). S. 734–748.

14. Medvedeva V. M., Kornilova L. I., Vajnblat V. Z. Osnovnye tipy zabolochennykh el'nikov Karelii // *Bolotnolesnye sistemy Karelii i ikh dinamika*. L., 1980. S. 78–99.

15. Lebedev A. V., Kuzmichev V. V. Taksacionnye pokazateli drevostoev sosny po dannym dlitel'nykh nablyudenij // *Sibirskij lesnoj zhurnal*. 2023. № 2. S. 3–16.

16. Rogozina E. A., Shimanskij V. K. Nekotorye teoreticheskie aspekty vosstanovleniya neftezagryaznennykh pochvennykh ehkosisistem // *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. 2007. T. 2. S. 1–16.

17. Gubanov A. G. Ehkologicheskie problemy pri osvoenii uglevodorodnogo syr'ya na territorii krajnego severa tyumenskoj oblasti // *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2009. № 7. S. 147–149.

18. Ruseckaya G. D. Nedropol'zovanie v neftegazovom komplekse: zakonomernosti ispol'zovaniya i sokhraneniya ehkologicheskikh sistem // *Izvestiya Bajkal'skogo gos. un-ta*. 2019. T. 29. № 4. S. 523–532.

19. Privalova N. M., Dvadenko M. V., Nekrasova A. A. i dr. Vozdejstvie nefi i nefteproduktov na okruzhayushchuyu sredy // *Nauchnyj zhurnal KuBGU*. 2017. № 125(01).

20. Rozinkina E. P. Lesnaya rekul'tivaciya narushennykh zemel' v usloviyakh podzony severnoj tajgi YANAO : dis. ... kand. s.-kh. nauk: 4.1.6. Ekaterinburg, 2025.

21. Zakharova E. A. Vliyanie neftedobychi na sostoyanie okruzhayushchej sredy // *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2024. T. 9. № 2 (96). S. 13–16.

22. Baldanova L. P., Baldanova V. A. Vliyanie neftegazodobychi na sostoyanie lesnykh ehkosisistem v Irkutskoj oblasti // *Otkhody i resursy*. 2022. T. 9, № 2. DOI: 10.15862/06ECOR222. EDN GQOJNH.

23. Ebersole J. J. Short-term vegetation recovery at an Alaskan Arctic Coastal Plain site // *Arct. Alp. Res.* 1987. Vol. 19, № 4. P. 442–450.

24. McKendric J. D. Plant succession on disturbed sites, North Slope, Alaska, USA // *Arctic and Alpine Research*, 1987. Vol. 19, № 4. P. 554–565.

25. Jill F. Johnstone, Steven V. Kokelj. Environmental Conditions and Vegetation Recovery at Abandoned Drilling Mud Sumps in the Mackenzie Delta Region, Northwest Territories, Canada // *Arctic*. 2008. Vol. 61, № 2. P. 199–211. DOI: 10.14430/arctic35