

## ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 630\*907 (571.121)

doi: 10.26110/ARCTIC.2022.115.2.005

### ЗАЩИТНЫЕ ЛЕСА ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

*Дмитрий Геннадьевич Замолодчиков<sup>1</sup>, Василий Исаакович  
Грабовский<sup>2</sup>, Александр Викторович Иванов<sup>3</sup>*

*<sup>1,2</sup>Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва,  
Россия*

*<sup>3</sup>Институт геологии и природопользования ДВО РАН, Благовещенск,  
Россия*

*<sup>1</sup>dzamolod@cepl.rssi.ru*

*<sup>2</sup>wgrabov57@gmail.com*

*<sup>3</sup>aleksandr86@mail.ru*

**Аннотация.** Леса на землях лесного фонда по своему назначению подразделяются на защитные, эксплуатационные и резервные. Целевое назначение защитных лесов состоит в выполнении средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций. Цель настоящей статьи состоит в рассмотрении распределения площадей защитных лесов и их доминирующих категорий по территории ЯНАО, включая характеристику изменений за постсоветский период. Основным источником информации служили базы данных государственных учетов лесного фонда и Государственного лесного реестра за 1993-2020 г. Общая площадь защитных лесов ЯНАО в 2020 г. составляла 12,84 млн. га, из этой величины 46,7% было покрыто лесом, 6,3% относилось к не покрытым лесом землям, 53,1% – к нелесным землям. Доля защитных лесов от лесного фонда ЯНАО составляет 38,8% по покрытым лесом землям и 40,5% по всем землям. Для постсоветского периода характерно относительное постоянство площадей

защитных лесов ЯНАО. На долю притундровых лесов ЯНАО приходится 87,5% от всей площади защитных лесов. На втором месте по представленности среди защитных лесов находятся нерестовые полосы (8,1%), далее следуют леса на особо охраняемых природных территориях (2,7%). На сумму лесов, предназначенных для защиты дорожной сети, зеленых зон и лесопарков приходится всего 0,7%. Площадь лесов, предназначенных для защиты дорожной сети, выросла с 23,3 тыс. га в 1993 г. до 40,7 тыс. га в 2020 г., что свидетельствует о развитии транспортной инфраструктуры ЯНАО. Наиболее важным фактором нарушения защитных лесов ЯНАО являются лесные пожары. В условиях потепления климата меняется характер климатозащитной роли притундровых лесов. Если ранее она состояла в защите от вторжения холодных арктических воздушных масс, то ныне возрастает роль лесного покрова по предотвращению деградации многолетней мерзлоты.

**Ключевые слова:** защитные леса, земли лесного фонда, притундровые леса, лесничества, мерзлота.

**Цитирование:** Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Иванов А.В. Защитные леса Ямало-Ненецкого автономного округа // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. (115). № 2. С. 78-97. doi: 10.26110/ARCTIC.2022.115.2.005

Original article

## PROTECTIVE FORESTS OF THE YAMAL-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT

*Dmitrii G. Zamolodchikov<sup>1</sup>, Vasily I. Grabovsky<sup>2</sup>, Alexander V. Ivanov<sup>3</sup>*

*<sup>1,2</sup>Center for Forest Ecology and Productivity of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

*<sup>3</sup>Institute of Geology and Nature Management, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Blagoveshchensk, Russia*

*<sup>1</sup>dzamolod@cepl.rssi.ru*

*<sup>2</sup>wgrabo57@gmail.com*

*<sup>3</sup>aleksandr86@mail.ru*

**Abstract.** Forests on the lands of the forest fund, according to their purpose, are divided into protective, operational and reserve. The intended purpose of protective forests is to perform environment-forming, water protection, protective, sanitary-hygienic, health-improving and other useful functions of forests. The purpose of this article is to consider the distribution of protective forest areas and their dominant categories across the territory of the Yamal-Nenets Autonomous District (YNAD), including a description of changes over the post-Soviet period. The databases of the State Accounts of the Forest Fund and the State Forest Registry for 1993-2020 served as the main source of information. The total area of protective forests in the YNAD in 2020 was 12,84 million ha. 46,7% of this area was covered with forests, 6,3% was unforested land, and 53,1% was non-forest land. The share of protective forests in the YNAD forest fund is 38,8% for forested lands and 40,5% for all lands. The post-Soviet period is characterized by a relatively constant area of protective forests in the YNAD. The subtundra forests of the YNAD account for 87,5% of the total area of protective forests. The second most frequent type of protective forests is spawning strips (8,1%), followed by forests in specially protected natural areas (2,7%). The amount of forests intended to protect the road network, green areas and forest parks accounts for only 0,7%. The area of forests intended to protect the road network increased from 23,3 thousand hectares in 1993 to 40,7 thousand hectares in 2020. This is evidence of the development of the transport infrastructure of the YNAD. The most important factor of the protective forests disturbances in the YNAD is forest fires. Under conditions of climate warming, the nature of the climate-protective role of subtundra forests is changing. If earlier the role of the forest cover was to protect against the invasion of cold Arctic air masses, now it is increasing in preventing the degradation of permafrost.

**Keywords:** protective forests, forest fund lands, subtundra forests, forest management units, permafrost.

**Citation:** Zamolodchikov D.G., Grabovsky V.I., Ivanov A.V. Protective forests of the Yamal-Nenets Autonomous District // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. (115). № 2. P.78-97. doi: 10.26110/ARCTIC.2022.115.2.005

### *Введение*

На территории Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) располагается несколько природных зон – от арктической тундры на севере до средней тайги на юго-востоке. Распространение древесной растительности ограничивается материковой частью ЯНАО, лесистость округа в

2020 г. составляла 21,1%. Леса ЯНАО в основном располагаются на землях лесного фонда, общая площадь которых по данным Государственного лесного реестра (ГЛР) в 2020 г. составляла 31,69 млн. га при 15,49 млн га покрытых лесом земель. Небольшие площади лесов присутствуют в округе на землях сельскохозяйственного назначения, особо охраняемых территорий и объектов, запаса, населенных пунктов.

Леса на землях лесного фонда по своему назначению подразделяются на защитные, эксплуатационные и резервные [1]. Целевое назначение защитных лесов состоит в выполнении средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций. Допускается и ресурсное использование защитных лесов при условии, что оно совместимо с целевым назначением защитных лесов и выполняемыми ими полезными функциями. Нормативы ведения лесного хозяйства в защитных лесах периодически изменяются, в некоторых ситуациях эти изменения создают основу для опасений, что ресурсные функции таких лесов будут доминировать над защитными [2, 3]. Тем не менее, площадь защитных лесов в Российской Федерации постоянно увеличивается, в частности, за период 1993–2020 она возросла на 51% [4].

Увеличение площади защитных лесов является отражением все большего признания значимости нересурсных функций лесного покрова, которые все чаще оценивают в терминах экосистемных услуг. Понятие экосистемные услуги характеризует выгоды, которые люди получают от экосистем [5]. Обновленная классификация услуг наземных экосистем России приведена в работах [6, 7]. Сравнение этой классификации с категориями назначения защитных лесов показало, что 45,3% площадей защитных лесов России обеспечивают предоставление услуг по регулированию гидросферы, 36,3% – по формированию и защите почв, 10,2% – рекреационных и познавательных услуг, 5,4% – недревесной продукции (орехи, грибы, ягоды, лекарственные растения) [4]. При этом сложившееся соотношение категорий назначения защитных лесов далеко не всегда в полной мере соответствует потребностям экономики и населения тех или иных регионов. Например, в связи с повышением мобильности населения и распространением моды на путешествия возрастает потребность в рекреационных услугах лесов. Для окрестностей промышленных центров важнейшее значение имеют услуги по очистке атмосферного воздуха и водного стока от техногенных загрязнений. Новые угрозы, связанные с климатическими изменениями, требуют усиления услуг лесов по регулированию водного стока и по поглощению атмосферного углерода.

Решение задачи устойчивого ведения хозяйства в защитных лесах зависит от рационального выделения тех или иных категорий этих лесов в различных регионах Российской Федерации. В этой связи актуальна характеристика современного состояния и размещения защитных лесов на

территории административных регионов Российской Федерации. Цель настоящей статьи состоит в рассмотрении распределения площадей защитных лесов и их доминирующих категорий по территории ЯНАО, включая характеристику изменений за постсоветский период.

### *Материалы и методы*

Основным источником информации служили базы данных Государственных учетов лесного фонда (ГУЛФ) (1988, 1993, 1998-2008 гг.) и Государственного лесного реестра (ГЛР) (2009-2020 гг.), имеющиеся в информационных архивах ЦЭПЛ РАН. В этих базах содержится информация о площадях земель лесного фонда в дифференциации по категориям земель и категориям защитности лесов. Категории земель включают покрытые лесом земли, не покрытые лесом земли (несомкнувшиеся лесные культуры, питомники и лесные плантации, естественные редины, гари, погибшие насаждения, вырубки, прогалины, пустыри) и нелесные земли (пашни, сенокосы, пастбища, воды, сады и ягодники, дороги и просеки, усадьбы, болота, пески, ледники, прочие земли). На составе земель, учитываемых в ГУЛФ и ГЛР, отражаются изменения полномочий по управлению лесами Российской Федерации, более подробная информация по этому поводу имеется в работе [8].

В состав защитных лесов входит категория «леса, расположенные на особо охраняемых природных территориях». Отметим, что в эту категорию входят только те леса, которые располагаются на землях лесного фонда, и не входят леса на землях особо охраняемых природных территорий, то есть приводимые в настоящей статье оценки характеризуют далеко не все леса охраняемых территорий. Аналогичная ситуация складывается и с городскими лесами и лесопарками. Значительная часть городских лесных насаждений находится на землях населенных пунктов и информация по ним не входит в ГЛР.

Анализ распределения защитных лесов по лесничествам ЯНАО проведен на основе базы данных ГЛР по состоянию на 01.01.2008. К сожалению, это наиболее поздний срок, для которого у авторов имелся доступ к базам данных ГЛР по лесничествам. Формирование выборок данных и преобразования величин осуществлены в пакете Microsoft Excel. Для построения карт использован пакет ESRI ArcGIS 9.3.1.

### *Результаты и обсуждение*

Общая площадь защитных лесов ЯНАО в 2020 г. составляла 12,84 млн га, из этой величины 6,00 млн га (46,7%) было покрыто лесом, 0,81 млн га (6,3%) относилось к не покрытым лесом землям, 6,02 млн га (46,9%) –

к нелесным землям. Доля покрытых лесом земель от всей площади защитных лесов в ЯНАО меньше, чем в целом для Российской Федерации (58,0%), что вполне логично объясняется наличием ландшафтов лесотундры и северных редколесий. Доля защитных лесов от лесного фонда ЯНАО составляет 38,8% по покрытым лесом землям и 40,5% по всем землям.

Для постсоветского периода характерно постоянство площадей защитных лесов ЯНАО (рис. 1): в 1993 г. площадь покрытых лесом земель составляла 5,71 млн. га, всех земель 12,27 млн. га. То есть для покрытых лесом земель имело место увеличение площади на 4,9%, а для всех земель – на 4,6%. Эта ситуация заметно отличается от защитных лесов Российской Федерации, в которой имел место рост площади на 50,8% и 62,8% соответственно [4]. Наиболее интенсивный рост площадей защитных лесов в России имел место в 1993-1998 гг. на фоне почти трехкратного падения лесопользования. В этот период ресурсной функции лесов стали придавать меньшее значение, потому администрации регионов были более отзывчивы на призывы усилить защитные функции лесов. ЯНАО избежал этой тенденции.

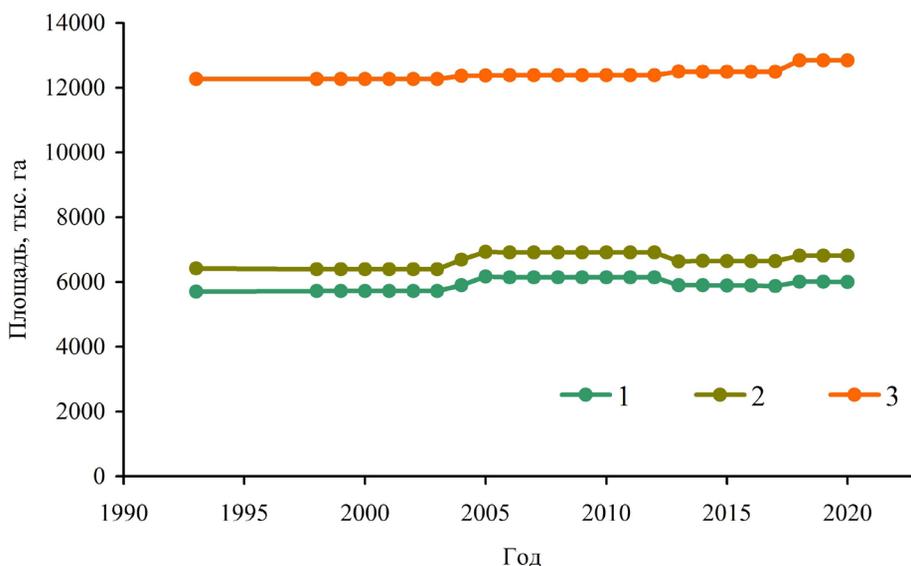


Рис. 1. Динамика площади защитных лесов Ямало-Ненецкого автономного округа. 1 – покрытые лесом земли, 2 – лесные земли, 3 – все земли

Защитные леса в современном ГЛР подразделены на 17 категорий, из них в ЯНАО имеется 7 категорий (табл. 1). В табл. 1 использованы официальные названия категорий защитных лесов, в том числе «леса, расположенные в пустынных, полупустынных, лесостепных, лесотундровых зонах, сте-

пях, горах». По отношению к ЯНАО речь, конечно же, идет только о лесах, расположенных в лесотундровых зонах, которые ранее в учетных материалах назывались «притундровые леса». Притундровые леса были выделены Постановлением правительства РСФСР в 1959 г. в качестве климатозащитной полосы с изъятием из промышленной эксплуатации [9]. Их защитное значение связано с расположением вдоль побережья Северного Ледовитого океана или на границе безлесных тундровых пространств. Притундровые леса сдерживают поступление на материк арктических масс воздуха, защищают от неблагоприятного воздействия холода и ветров, предотвращают поздневесенние заморозки в более южных районах [10]. На долю притундровых лесов ЯНАО приходится 11,23 млн га или 87,5% от всей площади защитных лесов. Доля покрытых лесом земель в этой категории составляет 44,5%. Обсуждаемая категория защитности состоит из ландшафтов лесотундр и северных редколесий, растительный покров которых представлен мозаикой северных лесов, заболоченных участков и тундр.

Таблица 1. Описание исследуемых органоминеральных отложений из исследованных криоконитов

№	Категории защитных лесов	Покрытые лесом земли			Все земли	
		тыс. га	доля от итого покрытых лесом земель, %	доля от всех зе- мель по катего- рии, %	тыс. га	доля от итого всех земель, %
1	Леса, расположенные на особо охраняемых природных территориях	164,3	2,7	47,8	343,9	2,7
2	Защитные полосы лесов, расположенные вдоль железнодорожных путей общего пользования, федеральных автомобильных дорог общего пользования, автомобильных дорог общего пользования, находящихся в собственности субъектов Российской Федерации	40,7	0,7	47,4	85,8	0,7
3	Зеленые зоны	2,6	0,0	57,8	4,5	0,0
4	Лесопарковые зоны	3,1	0,1	64,6	4,8	0,0
5	Леса, расположенные в пустынных, полупустынных, лесостепных, лесотундровых зонах, степях, горах	4998,2	83,3	44,5	11232,0	87,5
6	Запретные полосы, расположенные вдоль водных объектов	95,6	1,6	75,0	127,4	1,0

Продолжение таблицы 1

№	Категории защитных лесов	Покрытые лесом земли			Все земли	
		тыс. га	доля от итого покрытых лесом земель, %	доля от всех зе- мель по катего- рии, %	тыс. га	доля от итого всех земель, %
7	Нерестовые полосы лесов	698,0	11,6	67,0	1042,2	8,1
	Итого	6002,5	100,0	46,7	12840,6	100,0

На втором месте по представленности среди защитных лесов находятся нерестовые полосы (0,70 млн га и 8,1% от общей площади), далее следуют леса на особо охраняемых природных территориях (0,34 млн га и 2,7% от общей площади). На сумму лесов, предназначенных для защиты дорожной сети, зеленых зон и лесопарков приходится всего 46,4 тыс. га и 0,7% от общей площади. В целом по Российской Федерации доля этих категорий защитных лесов почти на порядок больше (6,8%), что связано с более плотным расположением населенных пунктов и транспортной сети. Отметим, что площадь лесов, предназначенных для защиты дорожной сети, возросла с 23,3 тыс. га в 1993 г. до 40,7 тыс. га в 2020 г. Фактически, это является свидетельством развития транспортной инфраструктуры ЯНАО. Эта ситуация интересна тем, что увеличение площади некоторых категорий защитных лесов является свидетельством не усиления природоохранной активности, а наоборот, следствием более мощного преобразования природных объектов.

Защитные, как и другие леса, подвержены действию нарушений (пожаров, усыханий, ветровалов, вспышек вредителей), потому в структуре защитных лесов всегда присутствует некоторая доля площадей, временно лишенных лесного покрова. По динамике таких площадей можно судить об истории нарушений. В 1993 г. площадь гарей и погибших насаждений в защитных лесах ЯНАО составляла 166,1 тыс. га, а площадь вырубок – 7,0 тыс. га (рис. 2). В дальнейшем площади вырубок варьируют в пределах 1-6 тыс. га, что связано с периодическим назначением санитарных рубок. Сплошные рубки защитных лесов с целью заготовки древесины ныне запрещены. В некоторых публикациях высказывались опасения, что под видом санитарных и выборочных рубок в защитных лесах осуществляется коммерческая заготовка древесины [2], однако по отношению к ЯНАО в последние 10 лет эти опасения не подтверждаются.

Площади гарей и погибших насаждений были минимальны в 2005-2012 гг., а с 2013 г. стали постепенно возрастать до современных 119,5 тыс. га. Можно отметить три периода резкого возрастания площадей гарей:

2012-2014, 2016-2018 гг. В эти периоды наблюдалась повышенная горимость лесов ЯНАО в связи с суровыми условиями пожароопасного сезона [11, 12].

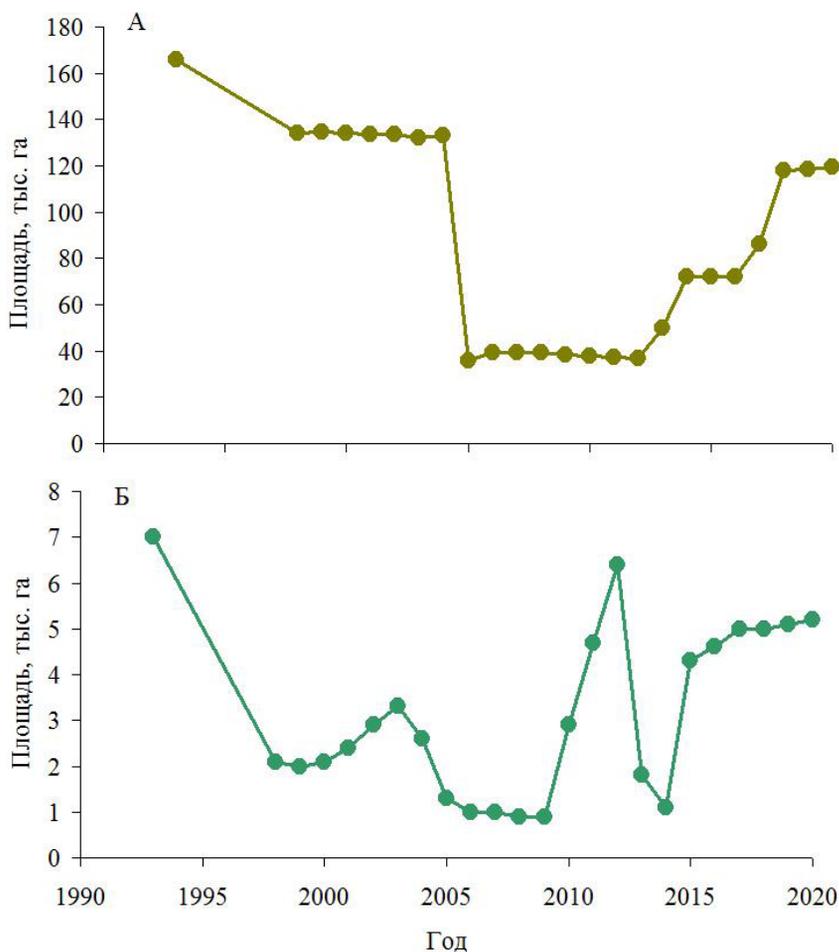


Рис. 2. Изменение площади гарей и погибших насаждений (А) и вырубок (Б) в защитных лесах Ямало-Ненецкого автономного округа

Среди древесных пород в защитных лесах ЯНАО доминирует лиственница, доля которой по площади составляет 52,3%, а по запасу древесины 67,2% (табл. 2). Из других хвойных пород заметен вклад ели (12,0% по площади и 12,1% по запасу древесины) и кедра (9,2% по площади и 15,4% по запасу). Лиственные леса в основном представлены березняками (14,1% по площади и 10,1% по запасу). К покрытым лесами землям также относятся участки высокорослых кустарников, среди которых доминируют березы, кустарниковые (7,3% по площади и 0,6% по запасу древесины).

Хотя у защитных лесов ресурсная роль имеет второстепенное значение, сведения по запасам древесины в них являются обязательным элементом лесного учета. Сравнение средних на единицу площади запасов древесины позволяет делать выводы о продуктивности лесов, а также с использованием расчетных методов оценивать величины различных экосистемных услуг, в том числе по поглощению и хранению углерода [8]. Наибольшими средними запасами в защитных лесах ЯНАО обладают древостои с доминированием пихты (114,3 м<sup>3</sup>/га) и кедра (103,5 м<sup>3</sup>/га), наименьшими из древесных пород – древостои березы (44,1 м<sup>3</sup>/га) и древовидных ив (34,6 м<sup>3</sup>/га). Средние запасы в кустарниках заметно меньше (5,6 м<sup>3</sup>/га). В целом защитные леса ЯНАО (включая кустарники) обладают средним запасом древесины, равным 61,9 м<sup>3</sup>/га. В защитных лесах Уральского федерального округа (УФО) средний запас составляет 128,1 м<sup>3</sup>/га. Эта ситуация логично объясняется наиболее северным расположением ЯНАО среди остальных регионов УФО. Отметим важное следствие – если речь идет о предоставлении экосистемных услуг, связанных с запасом древесины и фитомассой древостоя, то защитных лесов ЯНАО требуется примерно в 2 раза больше по площади, чем в среднем для УФО.

Таблица 2. Древесные породы защитных лесов Ямало-Ненецкого автономного округа согласно Государственному лесному реестру по состоянию на 01.01.2020 г.

Доминирующая порода	Площадь		Запас древесины		
	тыс. га	%	млн. м <sup>3</sup>	%	м <sup>3</sup> /га
Сосна	265,9	4,4	17,86	4,8	67,2
Ель	721,0	12,0	45,00	12,1	62,4
Пихта	0,7	0,0	0,08	0,0	114,3
Лиственница	3137,4	52,3	210,76	56,7	67,2
Кедр	554,3	9,2	57,35	15,4	103,5
Итого хвойных	4679,3	78,0	331,05	89,1	70,7
Береза	848,0	14,1	37,37	10,1	44,1
Осина	2,4	0,0	0,24	0,1	100,0
Ивы древовидные	7,8	0,1	0,27	0,1	34,6
Итого мягколиственных	858,2	14,3	37,88	10,2	44,1
Березы кустарниковые	439,6	7,3	2,37	0,6	5,4
Ивы кустарниковые	25,4	0,4	0,25	0,1	9,8
Итого кустарники	465,0	7,7	2,62	0,7	5,6
Всего	6002,5	100,0	371,55	100,0	61,9

Перейдем к рассмотрению распределений площадей защитных лесов по лесничествам ЯНАО. Напомним, что этот анализ проведен на основе данных ГЛР по состоянию на 01.01.2008 г., поскольку в распоряжении авторов не было более поздних сведений по лесничествам. В ЯНАО имеется 5 лесничеств (рис. 3 А), доля защитных лесов (все земли) варьирует от 6,8% в Ноябрьском до 50,7% в Таркосалинском лесничествах. Ноябрьское лесничество находится южнее Таркосалинского, в то время как остальные лесничества перекрывают всю лесную зону от тундры на севере до южной границы ЯНАО. Подавляющая часть защитных лесов ЯНАО представлена притундровыми лесами, а они выделяются как полоса шириной 30-150 км к югу от границы лесотундры. Потому в наиболее южном Ноябрьском лесничестве притундровые леса вообще отсутствуют, а среди защитных лесов доминируют нерестовые полосы (93,9%). Из оставшихся 3 лесничеств наибольшую протяженность с севера на юг имеет Красноселькупское, потому площадь притундровых лесов в нем относительно меньше, и доля защитных от всех лесов составляет 33,6%.

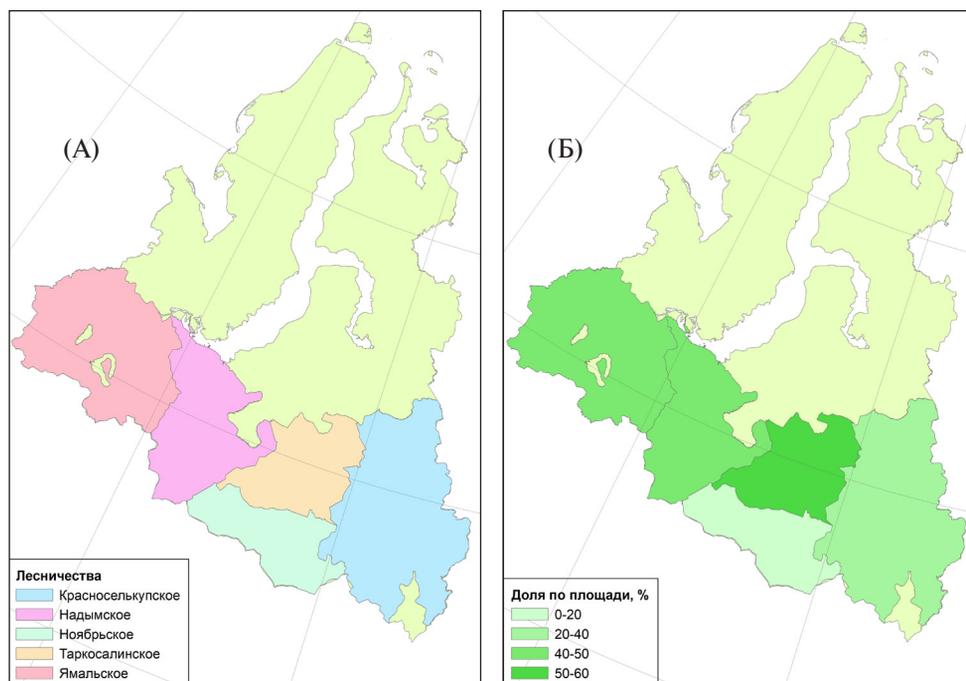


Рис. 3. Схема лесничеств (А) и доли защитных лесов от всех земель лесничеств (Б) Ямало-Ненецкого автономного округа

Ямало-Ненецкий автономный округ является важнейшим нефтегазодобывающим регионом страны. Газовые ресурсы ЯНАО не имеют равных в Российской Федерации, текущие разведанные запасы природного газа

составляют в ЯНАО 70% от российских [13]. Интенсивное освоение нефтегазовых месторождений и расширение трубопроводной сети рассматриваются как наиболее существенный фактор деградации природной среды ЯНАО [14-16 и др.]. Развитие нефтедобывающей и газотранспортной инфраструктуры признается причиной основной нагрузки на притундровые леса центральной и восточной части севера Республики Коми [17]. Сведения ГЛР не позволяют напрямую выявить воздействие нефтегазового освоения на защитные леса ЯНАО. Специфика защитных лесов состоит в том, что их площади могут пополняться из эксплуатационных. В частности, развитие дорожной сети, которое на лесных территориях неизбежно приводит к уменьшению общей площади лесов, одновременно является причиной увеличения площади лесов, предназначенных для защиты дорожной сети. Именно такая ситуация, как было отмечено выше, имеет место в ЯНАО.

Вполне очевидным фактором нарушений лесного покрова ЯНАО, в частности защитных лесов, являются лесные пожары. Для лесных пожаров характерны крайне высокие вариации как во временном, так и в пространственном отношении [11, 12, 18]. Эти вариации связаны с нерегулярностью возникновения пожароопасных ситуаций из-за длительных периодов сухой и теплой погоды. Хотя высокие межгодовые вариации сильно затрудняют выявление достоверных трендов, можно отметить, что изменения климата способствуют современному усилению пожарного воздействия на леса России [19]. Этот тезис частично подтверждается динамикой площади гарей в защитных лесах ЯНАО, для которой вполне очевиден тренд к росту в 2010-2020 гг. Однако наличие наиболее высокой площади гарей и погибших насаждений в 1993-2005 гг. полностью нарушает отмеченный тренд, и по итогу получается, что площадь гарей защитных лесов в 1993 г. была в 1,4 раза большей, чем в 2020 г. К сожалению, авторам не удалось найти информацию по динамике пожаров или гарей в ЯНАО до 1993 г., потому сроки появления указанной площади гарей остаются неизвестными. Тем не менее, можно согласиться со многими другими авторами, призывающими к повышению эффективности охраны лесов от пожаров [11, 12, 18 и др.].

Для притундровых лесов России характерно преобладание спелых и перестойных древостоев. В частности, доля по площади спелых и перестойных древостоев в притундровых лесах ЯНАО в 2020 г. составляла 41,4%. В ряде работ преобладание высоковозрастных древостоев в притундровых лесах рассматривается как негативный факт [20, 21], при этом без обоснования утверждается, что высоковозрастные леса утрачивают свои средообразующие функции. Если учесть, что защитные функции притундровых лесов в первую очередь связаны с защитой от северных ветров и вторжений арктического воздуха, то становится понятным, что

наибольшие запасы древесины, определяемые высотой и густотой деревьев, способствуют лучшему выполнению защитных функций. Добавим, что современные тенденции лесной экологии увязывают наилучшее выполнение климатообразующих функций именно со старовозрастными лесами [22]. Потому предлагаемое в работах [20, 21] проведение масштабных рубок обновления в притундровых лесах вряд ли можно считать целесообразным.

Все более заметной проблемой современности становится глобальное потепление, с максимальной скоростью идущее в высоких широтах [23]. К тому же в Арктической зоне присутствует многолетняя мерзлота, то есть природный объект, крайне уязвимый к потеплению климата. Для территории ЯНАО показано [24], что потепление вызывает повышение температуры мерзлоты, вплоть до ее полного протаивания. При переходе температуры мерзлоты к положительным значениям наблюдается ее деградация и опускание верхней кровли. Максимальное опускание кровли на геокриологических стационарах ЯНАО составило около 10 м.

В контексте взаимодействия лесного покрова, мерзлоты и потепления климата показательна история развития Батагайского «кратера» на севере Якутии [25]. В первой половине 1960-х годов на месте образования будущего кратера была произведена рубка участка леса, вследствие этого произошло нарушение почвенно-растительного покрова, а также термического режима грунтов. В 1970-х годах случился локальный пожар, в результате появилась просадка грунта, размываемая водой из ручья, что привело сначала к образованию оврага, а затем деградации всего ледового комплекса. Ныне кратер представляет самую крупную в Северном полушарии термокарстовую котловину длиной более 1500 м и шириной 800 м [26]. Средняя глубина кратера составляет 60 м, а в районе термоэрозионного котла она достигает 100 м, варьируя в зависимости от льдистости исходного грунта и связанной с этим активностью термокарста. За последние два десятилетия выявлена связь между скоростью роста Батагайского кратера и потеплением климата. Активизация таяния многолетней мерзлоты на фоне климатических изменений после проведения рубок отмечена и на других лесных территориях [27].

Таким образом, можно говорить о современном изменении характера климатообразующей функции северных лесов. Если ранее шла речь о предотвращении вторжений арктического воздуха, то в условиях потепления климата резко возрастает значение лесного покрова как фактора сохранения многолетней мерзлоты. Конечно, далеко не вся территория криолитозоны может превратиться при потеплении в подобие Батагайского «кратера». Катастрофическая ситуация развивается при наличии мощной толщи высокольдистой мерзлоты или пластовых льдов. Отметим, что участки с повышенным риском термокарста могут находиться и южнее

зоны притундровых лесов, то есть в эксплуатационных лесах. Такая ситуация является типовой для Красноярского края и Якутии, но может присутствовать и в ЯНАО.

Для усиления функции лесного покрова по сохранению многолетней мерзлоты на фоне потепления климата авторы предлагают ввести новую категорию защитных лесов — «леса, расположенные на участках с высоким риском деградации многолетней мерзлоты». Выделению таких участков должно предшествовать геокриологическое обследование, выявляющее территории с повышенной геокриологической опасностью. Конечно, прогрессирующее потепление все равно, рано или поздно, приведет к деградации мерзлоты на территориях повышенного риска. Однако лесной покров способен отложить срок интенсивной деградации мерзлоты и дождаться стабилизации климата планеты, что является целью Парижского соглашения.

### *Заключение*

Общая площадь защитных лесов ЯНАО в 2020 г. составляла 12,84 млн. га, из этой величины 46,7% было покрыто лесом, 6,3% относилось к не покрытым лесом землям, 53,1% — к нелесным землям. Для постсоветского периода характерно относительное постоянство площадей защитных лесов ЯНАО. На долю притундровых лесов ЯНАО приходится 87,5% от всей площади защитных лесов. На втором месте по представленности среди защитных лесов находятся нерестовые полосы (8,1%), далее следуют леса на особо охраняемых природных территориях (2,7%). На сумму лесов, предназначенных для защиты дорожной сети, зеленых зон и лесопарков приходится всего 0,7%. Площадь лесов, предназначенных для защиты дорожной сети, возросла с 23,3 тыс. га в 1993 г. до 40,7 тыс. га в 2020 г., что свидетельствует о развитии транспортной инфраструктуры ЯНАО. Наиболее важным фактором нарушения защитных лесов ЯНАО являются лесные пожары. В условиях потепления климата меняется характер климатозащитной роли притундровых лесов. Если ранее она состояла в защите от вторжения холодных арктических воздушных масс, то ныне возрастает роль лесного покрова по предотвращению деградации многолетней мерзлоты.

### *Благодарность*

Работа выполнена при поддержке темы ГЗ ЦЭПЛ РАН рег. номер 121121600118-8 «Методические подходы к оценке структурной организации и функционирования лесных экосистем» (анализ баз данных) и РНФ № 19-77-30015 (работа с ГИС).

**Список источников**

1. Лесной кодекс Российской Федерации. Утвержден 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 30.12.2021).
2. Кобяков К. Защитные леса: получится ли их сохранить? / К. Кобяков, Е. Лепешкин, С. Титова // Устойчивое лесопользование. – 2013. – № 1 (34). – С. 34-44.
3. Кобяков К. Новый закон о защитных лесах: возможные негативные последствия К. Кобяков, Н. Шматков, К. Тугова // Устойчивое лесопользование. – 2018. – № 4 (56). – С. 29-31.
4. Замолодчиков Д.Г. Экосистемные услуги и пространственное распределение защитных лесов Российской Федерации / Д.Г. Замолодчиков, В.И. Грабовский, В.В. Каганов // Лесоведение. – 2021. – № 6. – С. 581-592.
5. Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. Millennium Ecosystem Assessment. – Washington, Covelo, London: Island Press, 2005. 268 p.
6. Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада. Т. 1. Услуги наземных экосистем / Ред.-сост. Е.Н. Букварёва, Д.Г. Замолодчиков. – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2016. 148 с.
7. Bukvareva E.N. The current state of knowledge of ecosystems and ecosystem services in Russia. A status report / E.N. Bukvareva, K. Grunewald, S.N. Bobylev, D.G. Zamolodchikov, A.V. Zimenko, O. Bastian // Ambio. – 2015. – V. 44. – P. 491-507.
8. Замолодчиков Д.Г. Динамика бюджета углерода лесов России за два последних десятилетия / Д.Г. Замолодчиков, В.И. Грабовский, Г.Н. Краев // Лесоведение. – 2011. – № 6. – С. 16-28.
9. Чертовской В.Г. Предтундровые леса СССР / В.Г. Чертовской, Б.А. Семенов // Лесоведение. – 1984. – № 5. – С. 26-33.
10. Долгов Ф.В. Сравнительная оценка экосистемных функций репрезентативных урочищ южной криолитозоны Большеземельской тундры / Ф.В. Долгов, Г.Г. Осадчая, Т.Ю. Зенгина // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2015. – № 2 (22). – С. 45-56.
11. Залесова Е.С. Горимость лесов Уральского федерального округа и эффективность охраны их от пожаров / Е.С. Залесова, А.С. Оплетаев, Е.Ю. Платонов, А.Ф. Хабибуллин, Г.А. Кутыева // Леса России и хозяйство в них. – 2017. – № 2 (61). – С. 47-56.
12. Куплевацкий С.В. Лесные пожары в Уральском федеральном округе и их влияние на экологию / С.В. Куплевацкий, Н.Н. Шабалина // Леса России и хозяйство в них. – 2020. – № 4 (75). – С. 4-12.
13. Вижина И.А. Анализ проектов и социальных эффектов стратегии развития Ямало-Ненецкого автономного округа до 2030 года / И.А. Вижина, Ю.Б. Золотовская // Вестник НГУ. Социально-экономические науки. – 2015. – Т. 15, вып. 3. – С. 64-72.
14. Матвеев А.А. Сохранение экологического баланса в контексте экономического развития Ямало-Ненецкого автономного округа / А.А. Матвеев, Р.А. Мусаев // Экономика и современный менеджмент: теория и практика. – 2013. – № 27. – С. 167-174.

15. Дерягина С.Е. Пуровский район Ямало-Ненецкого автономного округа: производственные особенности района, основные экологические проблемы и пути их решения / С.Е. Дерягина, О.В. Астафьева // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2017. – № 2 (26). – С. 152-163.
16. Печкин А.С. Геоэкологические проблемы арктической и субарктической территории Ямало-Ненецкого автономного округа / А.С. Печкин, Ю.А. Печкина, А.С. Красненко // Экология XXI века: синтез образования и науки. Материалы VI Международной научно-практической конференции. – Челябинск: Издательство ЮУрГГПУ, 2020. – С. 237-242.
17. Осадчая Г.Г. Притундровые леса республики Коми: экологические и социальные результаты природопользования / Г.Г. Осадчая, В.Г. Лазарева, В.В. Сератирова, Т.Ю. Зенгина // Ресурсы Европейского Севера. Технологии и экономика освоения. – 2017. – № 1 (07). – С. 84-95.
18. Гаврилов С.Н. Анализ горимости лесов Ямало-Ненецкого автономного округа и пути совершенствования охраны их от пожаров / С.Н. Гаврилов, С.В. Залесов, А.С. Попов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2012. – № 3 (23). – С. 79-83.
19. Zamolodchikov D. State of Russian forests and forestry / D. Zamolodchikov, A. Shvidenko, S. Bartalev, E. Kulikova, A. Held, R. Valentini, M. Lindner // Russian forests and climate change. What Science Can Tell Us 11. European Forest Institute, 2020. P. 17-44.
20. Желдак В.И. О лесоводственных мероприятиях в притундровых лесах Западной Сибири / В.И. Желдак, Б.Е. Чижов, Г.А. Гаркунов, А.И. Захаров // Лесоведение. – 2013. – № 3. – С. 19-29.
21. Цветков В.Ф. Проблемы ведения лесного хозяйства в Европейской части Российской Субарктики / В.Ф. Цветков, А.Н. Бровина // Лесоведение. – 2017. – № 4. – С. 284-292.
22. Лукина Н.В. Биоразнообразие и климаторегулирующие функции лесов: актуальные вопросы и перспективы исследований / Н.В. Лукина, А.П. Гераськина, А.В. Горнов, Н.Е. Шевченко, А.В. Куприн, Т.И. Чернов, С.И. Чумаченко, В.Н. Шанин, А.И. Кузнецова, Д.Н. Тебенькова, М.В. Горнова // Вопросы лесной науки. – 2020. – Т. 3. – № 4. – С. 1-90.
23. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. – М.: Росгидромет, 2021. 104 с.
24. Васильев А.А. Деградация мерзлоты в ЯНАО. Результаты многолетнего мониторинга / А.А. Васильев, Д.С. Дроздов, А.Г. Гравис, К.А. Никитин // Современные исследования трансформации криосферы и вопросы геотехнической безопасности сооружений в Арктике. – Салехард, 2021. – С. 78-80.
25. Шепелев А.Г. Мерзлотные ландшафты верховьянского района на примере Батагайского провала и Кисилыхской гряды (Северная Якутия) / А.Г. Шепелев, А.М. Черепанова // Современные проблемы территориального развития. – 2019. – № 3. – Статья № 4.
26. Алиев Р.Г. Анализ климатогенной динамики Батагайского термоденудационного «кратера» с использованием данных дистанционного зондирования

// Р.Г. Алиев, А.А. Медведков // ИнтерКарто. ИнтерГИС. – 2020. – Т. 26. – № 2. – С. 366-375.

27. Fedorov A.N. The influence of boreal forest dynamics on the current state of permafrost in Central Yakutia / A.N. Fedorov, P.Y. Konstantinov, N.F. Vasilyev, A.A. Shestakova // *Polar Science*. – 2019. – V. 22. – Art. № 100483.

## References

---

1. Forest Code of the Russian Federation. Approved 04.12.2006 N 200-FL (ed. 30.12.2021).
2. Kobayakov K. Protective forests: will it be possible to save them? / K. Kobayakov, E. Lepeshkin, R. Titova // *Sustainable Forest Management*. – 2013. – № 1 (34). – P. 34-44.
3. Kobayakov K. New law on protective forests: possible negative consequences / K. Kobayakov, N. Smatkov, K. Tugova // *Sustainable Forest Management*. – 2018. – № 4 (56). – P. 29-31.
4. Zamolodchikov D. G. The Ecosystem Services and Spatial Distribution of Protective Forests in the Russian Federation / D. G. Zamolodchikov, V. I. Grabovskiy, V. V. Kaganov // *Russian Forest Science*. – 2021. – № 6. – P. 581-592.
5. Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. Millennium Ecosystem Assessment. – Washington, Covelo, London: Island Press, 2005. 268 p.
6. Ecosystem services of Russia: Prototype National Report. Vol. 1. Terrestrial ecosystems services / Eds E.N. Bukvareva, D.G. Zamolodchikov. – Moscow: Center for Wildlife Conservation, 2016. 148 p.
7. Bukvareva E.N. The current state of knowledge of ecosystems and ecosystem services in Russia. A status report / E.N. Bukvareva, K. Grunewald, S.N. Bobylev, D.G. Zamolodchikov, A.V. Zimenko, O. Bastian // *Ambio*. – 2015. – V. 44. – P. 491-507.
8. Zamolodchikov D.G. Dynamics of Carbon Budget in Forests of Russia for Last Twenty Years / D.G. Zamolodchikov, V.I. Grabovskii, G.N. Kraev // *Russian Forest Science*. – 2011. – № 6. – P. 16-28.
9. Chertovskoy V.G. Foretundra forests in the USSR / V.G. Chertovskoy, Semenov B.A. // *Russian Forest Science*. – 1984. – № 5. – P. 26-33.
10. Dolgov F.V. Comparative assessment of representative natural boundaries ecosystem functions of the Bolshezemelskaya tundra southern cryolitozone / F.V. Dolgov, G.G. Osadchaya, T.Yu. Zengina. // *Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Division of the Russian Academy of Sciences*. – 2015. – № 2 (22). – P. 45-56.
11. Zalesova E.S. Forest fire burning in the Ural Federal District and their fire protection efficiency / E.S. Zalesova, A.S. Opletaev, E.Ju. Platonov, A.F. Khabibullin, G.A. Kutyeva // *Forests of Russia and the forestry in them*. – 2017. – № 2 (61). – P. 47-56.
12. Kuplevatskiy S. V. Forest fires in the Ural Federal District and their impact on the environment / S. V. Kuplevatskiy, N. N. Shabalina // *Forests of Russia and the forestry in them*. – 2020. – № 4 (75). – P. 4-12.
13. Vizhina I. A. Analysis of projects and social effects of the development strategy of the Yamal-Nenets Autonomous District up to 2030 / I. A. Vizhina, Yu. B. Zolotovskaya // *Bulletin of NGU. Social and economic sciences*. – 2015. – V. 15. I. 3. – P. 64-72.

14. Matveev A.A. Preservation of the ecological balance in the context of the economic development of the Yamal-Nenets Autonomous District / A.A. Matveev, R.A. Musaev // *Economics and Modern Management: Theory and Practice*. – 2013. – № 27. – P. 167-174.
15. Deryagina S.E. Purovsky region of the Yamal-Nenets Autonomous District: industrial features of the region, the major environmental problems and their solutions / S. Deryagina, O. Astafieva // *PNRPU. Applied ecology. Urban development*. – 2017. – № 2 (26). – P. 152-163.
16. Pechkin A.S. Geoecological problems of the arctic and subarctic territories of the Yamal-Nenets Autonomous District / A.S. Pechkin, Y.A. Pechkina, A.S. Krasnenko // *Ecology of XXI century: synthesis of education and science. Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference*. – Chelyabinsk: Publishing house SUSHPU, 2020. – P. 237-242.
17. Osadchaya G. G. Subtundra forests of Komi Republic: environmental and social outcomes of nature management / G.G. Osadchaya, V.G. Lazareva, V.V. Seratirova, T.Yu. Zengina // *Resources of the European North. Technologies and development economics*. – 2017. – № 1 (07). – P. 84-95.
18. Gavrilov S. Forest fire load index analysis in the Yamal-Nenets Autonomous District and the ways to improve the protection of forests from fires / S. Gavrilov, S. Zalesov, A. Popov // *Bulletin of the Bashkir State Agrarian University*. – 2012. – № 3 (23). – P. 79-83.
19. Zamolodchikov D. State of Russian forests and forestry / D. Zamolodchikov, A. Shvidenko, S. Bartalev, E. Kulikova, A. Held, R. Valentini, M. Lindner // *Russian forests and climate change. What Science Can Tell Us 11*. European Forest Institute, 2020. P. 17-44.
20. Zheldak V.I. On Silvicultural Practice in Near-Tundra Forests of Western Siberia / V.I. Zheldak, B.E. Chizhov, G.A. Garkunov, A.I. Zakharov // *Russian Forest Science*. – 2013. – № 3. – P. 19-29.
21. Tsvetkov V.F. Challenges of forestry in Subarctic European Russia / V.F. Tsvetkov, A.N. Brovina // *Russian Forest Science*. – 2017. – № 4. – P. 284-292.
22. Lukina N.V. Biodiversity and climate regulating functions of forests: current issues and prospects for research / N.V. Lukina, A.P. Geraskina, A.V. Gornov, N.E. Shevchenko, A.V. Kuprin, T.I. Chernov, S.I. Chumachenko, V.N. Shanin, A.I. Kuznetsova, D.N. Tebenkova, M.V. Gornova // *Forest Science Issues*. – 2020. – V. 3. – № 4. – P. 1-90.
23. Report on climate features in the territory of the Russian Federation for 2020. – Moscow: Roshydromet, 2021. 104 p.
24. Vasiliev A.A. Permafrost degradation in YNAD. Results of the long-term monitoring / A.A. Vasiliev, D.S. Drozdov, A.G. Gravis, K.A. Nikitin // *Cryosphere Transformation and Geotechnical Safety in the Arctic*. – Salekhard: 2021. – P. 78-80.
25. Shepelev A. Permafrost landscapes of Verkhoyansky district using the example of Batagaysky basin and Kysilyakh range, Northern Yakutia / A. Shepelev, A. Cherepanova // *Modern problems of territorial development*. – 2019. – № 3. – Art. № 4.
26. Aliev R.G. Analysis of the climatogenic dynamics of the Batagay thermodenudation “crater” using remote sensing data // R.G. Aliev, A.A. Medvedkov // *InterCarto. InterGIS*. – 2020. – V. 26. – № 2. – P. 366-375.

27. Fedorov A.N. The influence of boreal forest dynamics on the current state of permafrost in Central Yakutia / A.N. Fedorov, P.Y. Konstantinov, N.F. Vasilyev, A.A. Shestakova // Polar Science. – 2019. – V. 22. – Art. № 100483.

### *Сведения об авторах*

---

**Замолодчиков Дмитрий Геннадьевич**, 1963 г.р., окончил биологический ф-т Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в 1985 году. С 2019 года работает главным научным сотрудником в Центре по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук (Москва). Область научных интересов: динамика лесного покрова, глобальные изменения климата, углеродный цикл наземных экосистем, математическое моделирование.

**Грабовский Василий Исаакович**, 1957 г.р., окончил биологический ф-т Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в 1980 году. С 2018 года работает ведущим научным сотрудником в Центре по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук (Москва). Область научных интересов: математическое моделирование, углеродный цикл наземных экосистем, глобальные изменения климата.

**Иванов Александр Викторович**, 1986 г.р., окончил лесомеханический ф-т Костромского государственного технологического университета в 2008 г. С 2022 г. работает научным сотрудником Института геологии и природопользования Российской академии наук (Благовещенск). Область научных интересов – структура и функции лесных экосистем, биоразнообразие лесов, лесовосстановление.

### *Участие авторов*

---

Замолодчиков Д.Г. – концепция и дизайн исследования, работа с базами данных, сбор литературного материала, написание и редактирование текста;

Грабовский В.И. – работа с картографическими данными, построение карт; Иванов А.И. – сбор литературного материала, написание и редактирование текста.

Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

### *Information about the authors*

---

**Dmitrii Gennadyevich Zamolodchikov**, born in 1963, graduated from the Biological faculty of the Lomonosov Moscow State University in 1985. Principal researcher at the Center for Forest Ecology and Productivity of the Russian Academy of Sciences

(Moscow) since 2012. Research interests: dynamics of forest cover, global climate change, carbon cycle of terrestrial ecosystems, mathematical modelling.

**Vasily Isaakovich Grabovsky**, born in 1957, graduated from the Biological faculty of the Lomonsov Moscow State University in 1980. Since 2018, he has been working as a leading researcher at the Center for Forest Ecology and Productivity of the Russian Academy of Sciences (Moscow). Research interests: mathematical modeling, carbon cycle of terrestrial ecosystems, global climate change.

**Alexander Viktorovich Ivanov**, born in 1986, graduated from the Faculty of Forestry Engineering of the Kostroma State Technological University in 2008. Since 2022, he has been working as a researcher at the Institute of Geology and Nature Management of the Russian Academy of Sciences (Blagoveshchensk). Research interests: structure and functions of forest ecosystems, forest biodiversity, reforestation.

### *Authors Contribution*

---

Zamolodchikov D.G. - conception and design of the study, work with databases, collection of literary material, writing and editing of the text;

Grabovsky V.I. - cartographic data processing, map construction;

Ivanov A.I. - literature collection, text writing and editing.

All co-authors - approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Статья поступила в редакцию 17.03.2022 г., принята к публикации 19.07.2022 г.

The article was submitted on March 17, 2022, accepted for publication on July 19, 2022.