

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 6308*36(035)

DOI: 10.18324/2077-5415-2021-3-59-67

Проблемы и перспективы лесозаготовительного производства в условиях районов распространения вечной мерзлоты

Г.В. Григорьев^{1a}, И.Н. Дмитриева^{1b}, И.В. Григорьев^{2c}, В.А. Каляшов^{3d}, С.Е. Рудов^{4e}, В.А.Иванов^{5f}

¹ Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, Институтский пер., 5, Санкт-Петербург, Россия

² Арктический государственный агротехнологический университет, Сергеляхское шоссе, 3, Якутск, Республика Саха (Якутия)

³ Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2-я Красноармейская, 4, Санкт-Петербург, Россия

⁴ Военная академия связи им. С.М. Буденного, Тихорецкий пр., 3, Санкт-Петербург, Россия

⁵ Братский государственный университет, Макаренко, 40, Братск, Россия

^a vtl-lta@mail.ru, ^b in2907@mail.ru, ^c silver73@inbox.ru, ^d vit832@yandex.ru, ^e 89213093250@mail.ru, ^f ivanovva55@mail.ru

^a <https://orcid.org/0000-0002-6368-3967>, ^b <https://orcid.org/0000-0001-8542-9380>,

^c <https://orcid.org/0000-0002-5574-1725>, ^d <https://orcid.org/0000-0002-8145-7058>,

^e <https://orcid.org/0000-0002-9900-0929>, ^f <https://orcid.org/0000-0003-0707-972X>

Статья поступила 13.05.2021, принята 06.09.2021

По данным Росстата, на долю регионов Сибири и Дальнего Востока приходится 65 % всех запасов лесов и 46 % от общего объема ежегодной лесозаготовки, проводимой в нашей стране. При этом в регионах Сибири и Дальнего Востока отмечается низкая интенсивность ведения лесозаготовительного производства по сравнению даже со средними показателями по стране. В первую очередь это связано с транспортными проблемами, дороговизной прокладки транспортных путей в зоне вечной мерзлоты, на долю которой приходится до 90 % территорий субъектов Сибири и Дальнего Востока. Кроме того, причиной низких показателей являются особые сложности проведения лесосечных и лесовосстановительных работ в регионах распространения вечной мерзлоты. Наиболее предпочтительным видом транспорта заготовленной древесины в условиях Сибири и Дальнего Востока является водный, имеющий значительно меньшую себестоимость по сравнению с железнодорожным и автомобильным, несмотря на свою сезонность. Однако наблюдаемое в последние годы активное увеличение температуры воздуха, названное глобальным потеплением, вызывает таяние поверхностных слоев земли, в том числе и верхних слоев вечной мерзлоты. Это влечет за собой изменения в привычном поведении рек в паводковый период и меняет их гидрологические характеристики, особенно в регионах вечной мерзлоты. 30 лет назад впервые опубликован доклад межправительственной группы экспертов по климату (МГЭИК), в котором были даны оценки последствий изменения климата. Была создана международная программа мониторинга состояния многолетней мерзлоты САЛМ, в число ее участников входит и наша страна. Последние данные показывают, что интенсивность негативных процессов в регионах вечной мерзлоты значительно больше, нежели предполагалось изначально. Все это негативно сказывается и на лесозаготовительном производстве в субъектах со значительным распространением вечной мерзлоты.

Ключевые слова: лесозаготовки; водный транспорт леса; вечная мерзлота; гидрология рек.

Problems and prospects of logging production in permafrost distribution areas

G.V. Grigorjev^{1a}, I.N. Dmitrieva^{1b}, I.V. Grigorjev^{2c}, V.A. Kalyashov^{3d}, S.E. Rudov^{4e}, V.A. Ivanov^{5f}

¹ St. Petersburg State Forest Engineering University named after S.M. Kirov; 5, Institutsky Per., St. Petersburg, Russia

² Arctic State Agrotechnological University; 3, Sergelyakhskoe Shosse, Yakutsk, Republic of Sakha, Russia

³ St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering; 4, 2-ya Krasnoarmeiskaya St., St. Petersburg, Russia

⁴ Military Academy of Communication under name of S.M. Budenny; 3, Tikhoretsky Ave., St. Petersburg, Russia

⁵ Bratsk State University; 40, Makarenko St., Bratsk, Russia

^a vtl-lta@mail.ru, ^b in2907@mail.ru, ^c silver73@inbox.ru, ^d vit832@yandex.ru, ^e 89213093250@mail.ru, ^f ivanovva55@mail.ru

^a <https://orcid.org/0000-0002-6368-3967>, ^b <https://orcid.org/0000-0001-8542-9380>,

^c <https://orcid.org/0000-0002-5574-1725>, ^d <https://orcid.org/0000-0002-8145-7058>,
^e <https://orcid.org/0000-0002-9900-0929>, ^f <https://orcid.org/0000-0003-0707-972X>
 Received 13.05.2021, accepted 06.09.2021

According to Rosstat, the regions of Siberia and the Far East account for 65% of all forest reserves and 46% of the total annual logging carried out in our country. At the same time, in the regions of Siberia and the Far East, there is a low intensity of logging production in comparison with even the average indicators for the country. First of all, this is due to transport problems, the high cost of laying transport routes in the permafrost zone, which accounts for up to 90% of the territories of the subjects of Siberia and the Far East. In addition, the reason for the low rates is the special difficulties of logging and reforestation in the regions of permafrost distribution. The most preferred type of transport for harvested wood in the conditions of Siberia and the Far East is water transport, which has a significantly lower cost compared to rail and road transport, despite its seasonality. However, the active increase in air temperatures observed in recent years, called global warming, causes the melting of the surface layers of the earth, including the upper layers of permafrost. This leads to changes in the habitual behavior of rivers during the flood period and changes their hydrological characteristics, especially in permafrost regions. Thirty years ago, the report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), which assessed the effects of climate change, was first published. An international program for monitoring the state of permafrost, CALM, was created, and our country is among its participants. But the latest data show that the intensity of negative processes in the permafrost regions is significantly higher than originally expected. All this has a negative impact on logging production in regions with a significant permafrost distribution.

Keywords: logging; water transport of forests; permafrost; river hydrology.

Введение. Публикуемые отчеты Росстата о запасах древесины в стране ежегодно ставят на первые места по этому показателю Сибирский и Дальневосточный федеральные округа, где лидируют соответственно Красноярский край (14 % общих запасов лесов в стране) и Республика Саха (Якутия) (10.8 %). Оба федеральных округа расположены в зоне вечной мерзлоты, что существенно затрудняет и удорожает транспортировку заготовленной древесины по слаборазвитой сети автомобильных и железных дорог.

За время наблюдений за процессами, протекающими в зонах вечной мерзлоты, была выявлена тенденция к увеличению скорости процесса ее деградации. Об этом говорят результаты мониторинга вечной мерзлоты, который в России проводится с 2004 г. в 49 точках постоянного наблюдения [1].

Из доклада Росгидромета (2020) следует, что на территории России рост минимальных температур почвы достиг в арктической зоне и Забайкалье прироста за 10 лет на 0,8 °С, что вызывает рост площадей и глубины сезонно-талого слоя. К этому добавляется ежегодное увеличение числа осадков, которые влияют на процесс деградации вечной мерзлоты.

Цель работы. В настоящей работе сделана попытка проанализировать тенденции, основные проблемы и перспективы развития лесозаготовительного производства в регионах с преобладанием вечной мерзлоты и большими запасами спелых и перестойных эксплуатационных лесов.

Материалы и методы исследования. Сведения о запасах древесины по федеральным округам и их доле в общем запасе в РФ приведены в табл. 1 [2].

В табл. 2 указаны мировые запасы древесины у «пятерки мировых лидеров», а также площади лесных массивов, которыми располагает каждая из стран-лидеров, объемы и интенсивность заготовки древесины. Занимая 1-е место в мире по запасам древесины и 2-е по объемам ежегодной лесозаготовки, РФ демонстрирует более чем в три раза худшие показатели по интенсивности ведения лесозаготовок по сравнению со

среднемировыми значениями и худшие в группе лидеров. Для сравнения, показатели интенсивности лесозаготовок РФ в 1,5 раза хуже, чем у Канады, с которой она близка по географическим и климатическим характеристикам (40 % территории Канады находится в зоне вечной мерзлоты).

По материалам, опубликованным в отчетах Росстата РФ, сформирована табл. 3, в которую внесены показатели объемов лесозаготовки в лидирующих регионах РФ и интенсивность использования на 1 га лесных земель. Прослеживается четкая закономерность: на территории Европейской части РФ имеется достаточно развитая сеть автомобильных и железных дорог, которые позволяют вывозить основные виды кондиционной древесины, что невозможно сделать в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах. В отдельных регионах страны (Вологодская и Кировская области) организованы производства по частичной переработке низкотоварной древесины, что позволяет им достигнуть показателей интенсивности использования лесных земель в США и Китае [3–5].

Итоги сравнения результатов интенсивности лесозаготовки в Вологодской или Архангельской областях с показателями Красноярского или Хабаровского края (в 8–12 раз ниже) заставляют задаться вопросом о необходимости развития лесозаготовительного производства в этих регионах. Поскольку, в противном случае, накопление огромных запасов перестойных, распадающихся лесов приведет к значительным экологическим и экономическим потерям, особенно в условиях вечной мерзлоты.

В табл. 4 собраны материалы, характеризующие состояние лесного фонда Республики Саха (Якутия), которая занимает 1-е место по запасам древесины в Дальневосточном федеральном округе и имеет при этом один из худших показателей интенсивности использования лесных земель — в тысячу раз хуже среднего показателя по стране. Свыше 80 % лесов республики составляют эксплуатационные и резервные леса.

Таблица 1. Запасы древесины по федеральным округам и лидирующим регионам страны

Федеральный округ		Запас древесины (Росстат, 2020 г.)	
		Всего, млн м ³	% к общим запасам
Сибирский		28 082,8	34
В том числе в регионах	Красноярский край	11 555,5	14
	Иркутская область	8 769,7	10,6
Дальневосточный		25 531,2	31
В том числе в регионах	Республика Саха (Якутия)	8 890,4	10,8
	Хабаровский край	5 138,2	6,2
Северо-Западный		10 375,7	12,6
Уральский		8 134,9	9,8
Приволжский, Центральный, Южный и Северокавказский		10 493,5	12,6
Общий запас РФ		82 618,1	100

Таблица 2. Запасы, объемы и интенсивность заготовки древесины по странам

Страна	Запасы древесины		Заготовка древесины		Интенсивность лесозаготовок с га лесных земель, м ³ /га
	Всего, млн га	%	Всего, млн м ³	%	
РФ	851	21,2	219,6	10,8	0,3
Бразилия	544	13,6	158,1	7,8	0,57
Канада	245	6,1	150,7	7,4	0,44
США	226	5,6	368,2	18,2	1,4
Китай	163	4,1	180,2	8,9	1,7
Всего на планете	4 006	100	2 027,5	100	1,0

Таблица 3. Объемы лесозаготовки и интенсивности использования лесных земель

Регион	Лесозаготовка, %	
	Всего	С 1 га лесных земель, м ³ /га
Сибирский федеральный округ		
Иркутская область	14	0,5
Красноярский край	12	0,2
Дальневосточный федеральный округ		
Хабаровский край	3	0,15
Республика Саха (Якутия)	0,7	0,0003
Европейская часть РФ		
Вологодская область	8	1,7
Архангельская область	7	0,6
Республика Коми	5	0,3
Кировская область	4	1,2
Пермский край	4	0,7
Республика Карелия	4	0,8

В настоящее время практически все лесозаготовки республики сосредоточены в южных районах. Спелые и перестойные леса ежегодно значительно страдают от пожаров, среднее их число за год превышает 850. Из приведенных в табл. 4 сведений следует, что ежегодный объем лесозаготовки в республике в 10 раз меньше ежегодной гибели лесов от пожаров.

Основной породой древесины, произрастающей в Якутии, является даурская лиственница, на долю которой приходится 86 % всех лесных запасов республики [6–8]. Эту породу древесины отличают отличные прочностные характеристики, стойкость к воздействию негативных факторов. Лиственница имеет одну из самых высоких плотностей свежесрубленной древесины и смолистость в 5 раз выше, чем у сосны.

С точки зрения лесосырьевого обеспечения лесозаготовительных предприятий, для ускоренного восстановления запасов целевых древесных пород очень интересным является вариант плантационного лесовыращивания [9; 10], однако для условий вечной мерзлоты эти процессы пока крайне слабо изучены. Возможно, для этих целей могут быть полезны инновационные

разработки, появившиеся в лесном хозяйстве в последнее время [11; 12].

В табл. 5 собраны сведения о площадях лесов Республики Саха (Якутия), их устойчивости к процессам деградации вечной мерзлоты [13]. Леса условно можно разделить на три группы, общие площади и доли площадей которых приведены в табл. 5.

Таблица 4. Характеристики лесного фонда Республики Саха (Якутия)

Характеристики лесного фонда Республики Саха (Якутия)		Единицы измерения	Значение	
Лесной фонд	всего	млн км ²	2,56	
	в долях от общей площади	%	83	
Запас древесины	общий	млн м ³	8 890,4	
	на 1 км ²	м ³ /км ²	3 473	
Потери от пожаров за 10 лет		млн м ³	40	
Ежегодный прирост древесины			97,5	
Объем лесозаготовки		млн м ³	0,42	
Интенсивность использования лесных земель		м ³ /га	0,0003	
Лесистость в улусах	южных	%	93	
	северных		25	
Доля гарей от общей площади лесов			8,9	
Доля вырубок			0,5	
Основные лесообразующие породы	даурская лиственница		86	
	сосна		7	
Плотность свежесрубленной древесины	даурская лиственница		кг/м ³	1 000
	сосна			800

Таблица 5. Устойчивость лесов Республики Саха (Якутия) к воздействию на вечную мерзлоту

Категория устойчивости ММ	Название лесного массива	Доля занимаемых площадей лесных массивов, %
Неустойчивые	Лиственничное редколесье	10,5
	Склоны лиственничного редколесья	17,5
Относительно неустойчивые	Склоны средней крутизны с сосново-лиственничным лесом	41,5
	Склоны крутые с сосновым лесом	1,0
Относительно устойчивые	Склоны средней крутизны с сосновым и сосново-лиственничным лесом	10,5
	Плоский с сосновым и сосново-лиственничным лесом	19,0

Земля на территориях 1-й и 2-й групп лесных массивов после сплошных рубок леса, лишившись защиты крон деревьев от солнечной энергии, начинает оттаивать и оползает по склонам [14]. Использование тяжелой лесозаготовительной техники нарушает слабый растительный слой, после чего лесовосстановление на таких территориях осложнено. Поэтому для проведения рубки могут выделяться леса малой крутизны или плоские, где не будет происходить оползание грунта, или необходимо использование специальных, научно обоснованных систем машин и технологических процессов, не приводящих к значительному повреждению почвогрунтов лесосек на склонах [15–17]. Лесов, удобных для проведения рубок, в республике насчитывают

около 20 %. Это наглядно показывает необходимость разработки и обоснования специальных технологий и систем машин для производства лесосечных работ на неудобных для освоения лесосеках [18].

Ускорению процесса деградации вечной мерзлоты способствует повышение температуры воздуха, воды и почвогрунтов, зафиксированное исследованиями международного коллектива Национального научно-исследовательского центра (ННИИЦ) Франции, Университета Аляски (США) и Института мерзлотоведения СО РАН им. академика Мельникова [19]. В регионе зафиксирован рост температуры воздуха на 4°, почвогрунта — на 1° за последние 10 лет.

Не меньшей проблемой лесного комплекса является изменение гидрологических характеристик главной реки Республики Саха (Якутия), Лены, протяженность которой составляет 4 400 км [20]. За последние 10 лет наблюдений были зафиксированы задержки сроков ледообразования на реке и уменьшение толщины ее льда, что сокращает время работ ледовых переправ, т. е. время вывозки заготовленной древесины. Отмечается рост температуры воды в паводковый период на 2° и увеличение расхода воды до 7 %, что приводит к увеличению площадей подтопления территорий и, как следствие, усиливает процессы выделения метана в атмосферу, что способствует росту температуры атмосферного воздуха. На 1° отмечено увеличение температуры пород, формирующих берега реки, что, вместе с возрастанием скорости ее течения в паводковый период, усиливает процессы деформации берегов реки. Определены ежегодные объемы древесины, попадающей в воду р. Лена за счет сезонного размыва береговой линии шириной до 40 м [1]. Согласно сведениям табл. 4, при размыве и обрушении берегов в реку может попасть до 200 тыс. м³ древесины ежегодно, а это всего лишь в 2 раза меньше объемов ежегодной лесозаготовки в республике. При организации мониторинга процесса эрозии береговой линии р. Лена, можно предупредить обрушение древесины в воду, организовав заготовку древесины, либо организовывать работы по сбору затонувшей древесины, в основном лиственницы, качество которой не снижается даже при длительном пребывании в воде. Этим можно увеличить объемы лесозаготовки и одновременно сохранить условия судоходства по водным транспортным путям республики.

В табл. 6 приведены результаты обработки материалов докладов Росгидромета за 10 лет по деградации площади вечной мерзлоты и представлены прогнозы интенсивного сокращения зоны вечной мерзлоты за счет выделения возрастающего объема парниковых газов. Этот процесс приводит к повышению температуры воздуха, что, в свою очередь, еще сильнее растапливает вечную мерзлоту и вновь увеличивает выбросы парниковых газов. В отчетах специалистов особо указывается на необходимость обратить внимание на оттаивание поверхностного слоя вечной мерзлоты, содержащего в 8 раз больше углеродистых соединений, чем в атмосфере Земли, и постоянно фиксировать динамику таяния в арктической зоне, где доля углерода достигает 50 % всех мировых запасов, т. е. может произойти резкое возрастание объемов выброса парниковых газов. Это указывает на опасность ускорения развития процесса деградации вечной мерзлоты.

Специалисты оценивают сокращение зоны вечной мерзлоты до 20 % при росте температуры на 2 °С за ближайшие 30 лет. Это, в свою очередь, увеличит объемы выпадения осадков на 10–15 % [20]. График деградации вечной мерзлоты на территории РФ показан на схеме рис. 1. Сплошной линией показаны зафиксированные явления, пунктиром — прогнозируемые.

На основании наблюдений из космоса за вечной мерзлотой НАСА некоторое время назад составлена

компьютерная модель деградации вечной мерзлоты с датой ее полного исчезновения к 2300 г., но наблюдения последних 10 лет говорят о том, что с высокой степенью вероятности процесс деградации вечной мерзлоты может завершиться уже к концу этого столетия.

Таблица 6. Характеристики зоны вечной мерзлоты на территории РФ

Характеристика		Единицы измерения	Величина
Площадь территории по состоянию на 2020 г.	РФ	млн км ²	17,13
	Вечная мерзлота на территории РФ		10
	Сибирь (с учетом Дальнего Востока)		13,1
	Доля зоны вечной мерзлоты на территории РФ	%	58,4
	Доля зоны вечной мерзлоты на территории Сибири		90
Деградация зоны вечной мерзлоты	За прошедшие 50 лет до 2020 г.		9,1
	За предстоящие 30 лет до 2050 г.		15
Содержание углерода	В атмосфере	млн т	200
	В вечной мерзлоте		1 670
	Ежегодные выбросы промышленности		8
	В почве Арктики		850

На графике рис. 2 приведены усредненные данные по 40 точкам наблюдений, расположенных в Арктической зоне РФ, показатели роста температуры воздуха в Арктической зоне РФ по сравнению с 2010 г. (график 1) и относительное увеличение глубины сезонно-талого слоя почвогрунтов за этот же период времени (график 2).

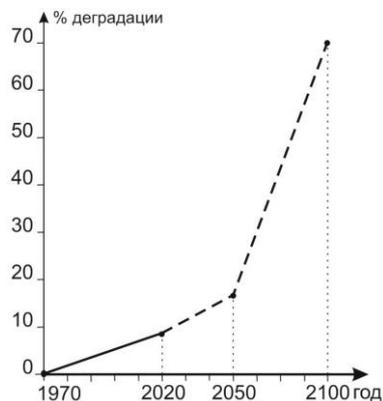


Рис. 1. График деградации вечной мерзлоты за период проведения наблюдений и прогноз

По территории Сибири и Дальнего востока в зоне вечной мерзлоты протекают четыре крупнейшие реки: Енисей, Лена, Обь и Амур, характеристики которых приведены в табл. 7. Площадь их бассейнов составляет более 75

% территории, и 98 % приходится на зону вечной мерзлоты. Поэтому за изменениями их гидрологических характеристик ведется постоянное наблюдение.

Рост температуры воздуха в регионах их протекания приводит к изменению процессов ледообразования, росту расхода воды в паводковый период, к росту территорий подтопления и заболачивания, ускоренной эрозии берегов и развитию оползневых процессов.

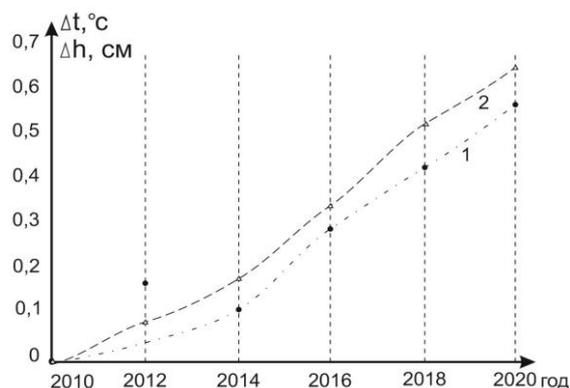


Рис. 2. Динамика роста температуры и глубины сезонно-талого слоя почвогрунтов

Каждое из перечисленных явлений требует постоянного контроля за динамикой процесса, устранения последствий и, при необходимости, строительства защитных сооружений, а также проведения дноуглубительных и руслоочистительных работ для сохранения судоходства как основного способа доставки грузов во время летнего завоза.

Наиболее тревожные изменения фиксируются в самом крупном по площади субъекте РФ и самой крупной административной единице в мире, Республике Саха (Якутия). Она полностью лежит в зоне вечной мерзлоты, занимает лидирующее положение в стране по числу рек, число которых превышает 700 тыс., и их общей протяженности — 2 млн км, с густотой речной сети 0,5 км/км². Сеть внутренних водных путей республики входит в Арктическую транспортную систему РФ, в планах развития которой на период до 2030 г. предусмотрено изменение транспортных потоков в направлении к Северному морскому пути по водной системе региона. Водная система Республики Саха (Якутия) формирует основные транспортные коридоры в регионы, недоступные для автомобильного и железнодорожного транспорта. По данным Минтранса России, обустройство водного пути в 10 раз дешевле железнодорожного и в 20 раз — автомобильного [2].

Таблица 7. Гидрологические характеристики крупнейших сибирских рек

Водная система Сибири	Единицы измерения	Главные реки Сибири			
		Обь	Енисей	Лена	Амур
Длина	тыс. км	3,65	3,49	4,4	2,82
Площадь бассейна	тыс. км ²	2 990	2 580	2 490	1 855
В долях от площади Сибири	%	22,8	19,7	19,0	14,2
Расход в устье	тыс. м ³	12,5	19,8	16,4	11,3
Годовой сток	км ³	394	624,4	515,6	234

Главной транспортной водной артерией республики является р. Лена. На графике 3 (рис. 3) показаны два гидрографа р. Лена за последние 4 года наблюдений и за 2020 г. по гидропосту г. Якутск.

Сравнение их значений показывает увеличение расхода воды в паводковый период, май-июнь, что подтверждается проведенными исследованиями международного коллектива специалистов ННИИЦ Франции, Университета Аляски (США) и Института мерзлотоведения СО РАН им. академика Мельникова [5], которые установили, что на р. Лена за 40 лет произошли существенные изменения:

- рост зимней температура воздуха на 4°,
- задержка сроков образования ледяного покрова,
- уменьшение толщины льда,
- задержка начала работ зимних переправ,
- рост температуры воды в паводковый период на 2°,
- рост температуры пород, формирующих берега, на 1°,
- увеличение расхода воды в паводковый период до 7 %,

- рост скорости течения в паводковый период и, как следствие, усиление процесса деформации берегов.

Комиссия представила заключение о том, что «мерзлые породы речного берега оттаивают, их смыывает сильным потоком во время половодья, на некоторых участках скорость отступления берегов достигает 20–40 м в год» [5].

При обрушении береговой линии попадающие в воду ил и песок переносятся вниз по течению, образуя отмели на судоходных участках реки, что требует проведения дноуглубительных работ в зоне судового хода. Обрушение береговой линии приводит к попаданию в воду значительного количества растущих деревьев и усложняет судоходство. Зафиксировано снижение в межливневый период на четверть гарантированных габаритов судового хода большинства рек республики, что привело к ограничениям по допустимой осадке судов до 25 % и сократило объемы перевозимых грузов по реке за период навигации.



Рис. 3. Гидрографы водомерного поста г. Якутск

Выводы. Ведение лесозаготовок в регионах вечной мерзлоты связано с крайне низкой интенсивностью использования лесных земель. Причина часто не в качестве растущей древесины, а в экономической нецелесообразности вывоза с мест заготовки всей заготовленной древесины. Дорог в регионах крайне мало, их строительство на грунтах в зоне деградации вечной мерзлоты кратно увеличивает стоимость работ и, как следствие, стоимость транспортировки лесных грузов. В итоге ведение лесозаготовок в регионах Сибири и Дальнего Востока менее эффективно, чем, например, в Вологодской области. Кроме того, проведение лесозаготовок традиционными технологиями и системами машин на территориях вечной мерзлоты нарушает структуру почвогрунта и усиливает процессы деградации вечной мерзлоты. Особенно сложной выглядит ситуация в Республике Саха (Якутия), имеющей огромные запасы леса, заготовка которого усложнена в условиях слабых оттаивающих почвогрунтов, потепления климата, приводящего к изменению русловых процессов, и ежегодных пожаров, уничтожающих значительные запасы леса.

Процесс деградации вечной мерзлоты, занимающей 65 % территории РФ и 90 % территории Сибири и Дальнего Востока, оказывает заметное влияние на характеристики водных систем. Этот процесс находится под постоянным наблюдением специалистов крупнейшего в РФ Института мерзлотоведения СО РАН им. академика Мельникова Республики Саха (Якутия) на р. Лена и ее притоках. Установлены произошедшее увеличение температуры воздуха, воды и почвы, а также расхода воды и скорости течения реки, которые вызывают обрушение берегов и сокращение глубин судового хода, что снизило возможности грузоперевозки на четверть. Отмечено сокращение сроков работы ледовых переправ из-за снижения толщины льда и сроков ледообразования.

Установлены произошедшее увеличение температуры воздуха, воды и почвы, а также расхода воды и скорости течения реки, которые вызывают обрушение берегов и сокращение глубин судового хода, что снизило возможности грузоперевозки на четверть. Отмечено сокращение сроков работы ледовых переправ из-за снижения толщины льда и сроков ледообразования.

Литература

1. Дмитриева И.Н., Григорьев Г.В., Эполетов Д.В. Влияние температурных факторов на гидрологию рек и лесные запасы Арктического региона РФ // Актуальные проблемы лесного комплекса: материалы XVIII Междунар. науч.-технической конф. (декабрь 2020 г.). Вологда: Изд-во: ВГУ, 2020. С. 132-138.
2. Российский статистический ежегодник 2020 [Электронный ресурс]: Федеральная служба гос. статистики. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/KrPEshqr/year_2020.pdf (дата обращения: 29.03.2021).
3. Куницкая О.А., Пудова Т.М., Никитина Е.И. Перспективные направления переработки низкотоварной древесины и древесных отходов в Республике Саха (Якутия) // Потенциал науки и образования: современные исследования в области агрономии, землеустройства, лесного хозяйства: сб. тр. конф. (20 марта 2019 г.). Якутск, 2019. С. 14-18.
4. Куницкая О.А. Перспективные технологии переработки низкотоварной древесины // Актуальные направления науч. исследований XXI века: теория и практика. 2018. Т. 6. № 4 (40). С. 173-177.
5. Григорьев В.Ф., Фокинов А.М., Шадрин И.И., Куницкая О.А. Экономические аспекты эффективного использования низкотоварной древесины // Актуальные аспекты управления и экономики в современных условиях: сб. материалов IX Всерос. молодежного науч. форума. (25 сент. 2017 г.). Брянск, 2017. С. 160-163.
6. Никитина Т.А., Шестаков Ю.Д., Лабудин Б.В., Куницкая О.А., Тихонов Е.А., Калита А.Ю. Прочностной ресурс древесины лиственницы беломорского севера при сжатии в главных и диагональных осях анизотропии // Деревообрабатывающая пром-сть. 2020. № 4. С. 21-31.
7. Григорьев О.И., Григорьева О.И., Григорьев М.Ф., Степанова Д.И. Естественное лесовосстановление лиственницы после низовых пожаров // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: материалы XVII Междунар. науч.-технической конф. (3 дек. 2019 г.). Вологда, 2019. С. 26-29.
8. Григорьева О.И. Особенности естественного лесовосстановления в условиях криолитозоны // Актуальные направления

- науч. исследований XXI века: теория и практика. 2018. Т. 6. № 4 (40). С. 25-29.
9. Григорьева О.И., Нгуен Ф.З. Лесные плантации для сырьевого обеспечения деревоперерабатывающих предприятий // Повышение эффективности лесного комплекса: материалы III Всерос. науч.-практической конф. с междунар. участием. Петрозаводск, 2017. С. 59-61.
 10. Давтян А.Б., Куницкая О.А., Григорьев М.Ф., Степанова Д.И., Григорьева А.И. Основы повышения эффективности систем машин для создания и эксплуатации лесных плантаций // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2020. № 56. С. 19-22.
 11. Григорьева О.И. Перспективы применения гидрогелей в лесном хозяйстве // Природные ресурсы и экология Дальневосточного региона: материалы II Междунар. науч.-практического форума (4 мая 2017 г.). Хабаровск, 2017. С. 175-179.
 12. Григорьева О.И. Перспективные средства борьбы с сорной растительностью с использованием электрической энергии // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы II Междунар. науч.-технической конф. (24-26 мая 2017 г.). СПб., 2017. С. 56-59.
 13. Николаева А.П. Оценка устойчивости ландшафтов Якутии к техногенным воздействиям // Вестн. Северо-Восточного Науч. Центра ДВО РАН. 2008. № 3. С. 60-66.
 14. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 г. [Электронный ресурс]: доклад НИУ Росгидромета. URL: http://www.meteor.ru/upload/pdf_download/doklad_klimat2020.pdf. (дата обращения: 30.03.2021).
 15. Rudov S., Kunickaya O., Grigorev I., Burgonutdinov A., Kruchinin I., Prosuzhiih A., Dolmatov N., Dmitrieva N. The mathematical model of forestry machines impact on cryolithozone forest soils // Asian Journal of Water, Environment and Pollution. 2020. V. 17. № 4. P. 89-95.
 16. Rudov S.E., Grigorev I.V., Kunitskaya O.A., Druzyanova V.P., Pekhutov A.S., Ivanov A.P., Ivanov A.K., Okhlopko M.K., Pankov V.Yu., Borovikov R.G. Specific features of accounting of state of the massive of the frozen soil grounds under cyclic loads // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2019. V. 25. № S2. P. 191-205.
 17. Ivanov V.A., Grigorev I.V., Gasparyan G.D., Manukovsky A.Y., Zhuk A.Yu., Kunitskaya O.A., Grigoreva O.I. Environment-friendly logging in the context of water logged soil and knob-and-ridge terrain // Journal of Mechanical Engineering Research and Developments. 2018. V. 41. № 2. P. 22-27.
 18. Рудов С.Е., Шапиро В.Я., Григорьев И.В., Куницкая О.А., Григорьева О.И. Особенности контактного взаимодействия трелевочной системы с мерзлым почвогрунтом // Изв. высш. учеб. заведений. Лесной журнал. 2019. № 1 (367). С. 106-119.
 19. Джамалов Р.Г., Сафронова Т.И. Влияние многолетнемерзлых пород на формирование водных ресурсов Восточной Сибири на примере отдельных рек Восточной Сибири // Водные ресурсы. 2018. № 4 (45). С. 341-352.
 20. Анисимов О.А., Белолуцкая М.А. Прогностическая оценка влияния деградации вечной мерзлоты на инфраструктуру в северных регионах России // Метеорология и гидрология. 2002. № 6. С. 15-22.
 21. Russian Static Yearbook 2020 [Elektronnyj resurs]: Federal'naya sluzhba gos. statistiki. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/KrPEshqr/year_2020.pdf (data obrashcheniya: 29.03.2021).
 22. Kunickaya O.A., Pudova T.M., Nikitina E.I. Perspective directions of processing low-grade wood and wood waste in the Republic of Sakha (Yakutia) // Potencial nauki i obrazovaniya: sovremennye issledovaniya v oblasti agronomii, zemleustrojstva, lesnogo hozyajstva: sb. tr. konf. (20 marta 2019 g.). Yakutsk, 2019. P. 14-18.
 23. Kunickaya O.A. Perspective technologies of low-grade wood processing // Aktual'nye napravleniya nauch. issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika. 2018. V. 6. № 4 (40). P. 173-177.
 24. Grigor'ev V.F., Fokinov A.M., SHadrin I.I., Kunickaya O.A. Economic aspects of the effective use of low-grade wood // Aktual'nye aspekty upravleniya i ekonomiki v sovremennyh usloviyah: sb. materialov IX Vseros. molodezhnogo nauch. foruma. (25 sent. 2017 g.). Bryansk, 2017. P. 160-163.
 25. Nikitina T.A., SHestakov YU.D., Labudin B.V., Kunickaya O.A., Tihonov E.A., Kalita A.YU. Strength resource of larch wood of the White Sea north under compression in the main and diagonal axes of anisotropy // Derevoobrabatvaushaya promishlennost' (Woodworking industry). 2020. № 4. P. 21-31.
 26. Grin'ko O.I., Grigor'eva O.I., Grigor'ev M.F., Stepanova D.I. Natural reforestation of larch after grass-roots fires // Aktual'nye problemy razvitiya lesnogo kompleksa: materialy XVII Mezhdunar. nauch.-tekhnicheskoy konf. (3 dek. 2019 g.). Vologda, 2019. P. 26-29.
 27. Grigor'eva O.I. Features of natural regeneration in the conditions of the cryolithozone // Aktual'nye napravleniya nauch. issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika. 2018. V. 6. № 4 (40). P. 25-29.
 28. Grigor'eva O.I., Nguen F.Z. Forest plantations for the raw material supply of wood-processing enterprises // Povyshenie effektivnosti lesnogo kompleksa: materialy III Vseros. nauch.-prakticheskoy konf. s mezhdunar. uchastiem. Petrozavodsk, 2017. P. 59-61.
 29. Davtyan A.B., Kunickaya O.A., Grigor'ev M.F., Stepanova D.I., Grigor'eva A.I. Fundamentals of improving the efficiency of machine systems for the creation and operation of forest plantations // Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa. 2020. № 56. P. 19-22.
 30. Grigor'eva O.I. Prospects for the use of hydrogels in forestry // Prirodnye resursy i ekologiya Dal'nevostochnogo regiona: materialy II Mezhdunar. nauch.-prakticheskogo foruma (4 maya 2017 g.). Habarovsk, 2017. P. 175-179.
 31. Grigor'eva O.I. Perspective means of fighting weed vegetation with the use of electric energy // Lesa Rossii: politika, promyshlennost', nauka, obrazovanie: materialy II Mezhdunar. nauch.-tekhnicheskoy konf. (24-26 maya 2017 g.). SPb., 2017. P. 56-59.
 32. Nikolaeva A.P. Assessment of the stability of the landscapes of Yakutia to technogenic impacts // Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. 2008. № 3. P. 60-66.
 33. Report on the features of the climate in the territory of the Russian Federation for 2020. [Elektronnyj resurs]: doklad NIU Rosgidrometa. URL: http://www.meteor.ru/upload/pdf_download/doklad_klimat2020.pdf. (data obrashcheniya: 30.03.2021).
 34. Rudov S., Kunickaya O., Grigorev I., Burgonutdinov A., Kruchinin I., Prosuzhiih A., Dolmatov N., Dmitrieva N. The mathematical model of forestry machines impact on cryolithozone forest soils // Asian Journal of Water, Environment and Pollution. 2020. V. 17. № 4. P. 89-95.
 35. Rudov S.E., Grigorev I.V., Kunitskaya O.A., Druzyanova V.P., Pekhutov A.S., Ivanov A.P., Ivanov A.K., Okhlopko M.K., Pankov V.Yu., Borovikov R.G. Specific features of accounting of state of the massive of the frozen soil grounds under cyclic loads // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2019. V. 25. № S2. P. 191-205.

References

1. Dmitrieva I.N., Grigor'ev G.V., Epoletov D.V. Influence of temperature factors on the hydrology of rivers and forest reserves of the Arctic region of the Russian Federation / Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa: materialy XVIII Mezhdunar. nauch.-tekhnicheskoy konf. (dekabr' 2020 g.). Vologda: Izd-vo: VGU, 2020. P. 132-138.

- M.K., Pankov V.Yu., Borovikov R.G. Specific features of accounting of state of the massive of the frozen soil grounds under cyclic loads // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2019. V. 25. № S2. P. 191-205.
17. Ivanov V.A., Grigorev I.V., Gasparyan G.D., Manukovsky A.Y., Zhuk A.Yu., Kunitskaya O.A., Grigoreva O.I. Environment-friendly logging in the context of water logged soil and knob-and-ridge terrain // Journal of Mechanical Engineering Research and Developments. 2018. V. 41. № 2. P. 22-27.
18. Rudov S.E., SHapiro V.YA., Grigor'ev I.V., Kunickaya O.A., Grigor'eva O.I. Features of contact of the interaction of the system with the frozen soil // Bulletin of higher educational institutions. Lesnoy zhurnal (Forestry journal). 2019. № 1 (367). P. 106-119.
19. Dzhamalov R.G., Safronova T.I. The influence of permafrost rocks on the formation of water resources of Eastern Siberia in the case of some rivers of Eastern Siberia // Water Resources. 2018. № 4 (45). P. 341-352.
20. Anisimov O.A., Beloluckaya M.A Prognostic evaluation of the effect of degradation of the eternal frozen-are you on the infrastructure in the Northern regions of Russia. // Meteorologiya i Gidrologiya. 2002. № 6. P. 15-22.