

DOI:

УДК 630*3

МЕТОДИКА ВЫБОРА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН ПОД ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

кандидат технических наук, доцент **А. П. Мохирев**

Лесосибирский филиал ФГБОУ ВО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», г. Лесосибирск, Российская Федерация

Влияние природно-климатических условий на эффективность производственной деятельности лесозаготовительной отрасли довольно велико, поэтому правильный подбор лесозаготовительных и транспортных машин под конкретные условия в настоящее время имеет большое значение. Среди целого ряда природно-климатических факторов наибольшее влияние на деятельность лесозаготовительной техники оказывают почвенно-грунтовые условия. К факторам, характеризующим природные условия и оказывающим значительное влияние на производственный процесс, также относятся: рельеф местности; средний объём хлыста; запас древостоя на гектаре; температура воздуха; продолжительность периода с отрицательными температурами, глубина снежного покрова и др. В данной работе предложена методика выбора лесозаготовительных машин под природно-климатические условия. Методика апробирована на территории Енисейского лесничества Красноярского края. По составленной почвенной карте территории видно, что все грунты, где приходится эксплуатировать лесозаготовительную и транспортную технику очень разнообразны – от глинистых и тяжёлосуглинистых до сланцев. Из приведённых в работе данных объёмов заготовки и вывозки на территории Енисейского лесничества видно, что максимальные объёмы лесозаготовительной деятельности приходится на зимний период, в летнее же время работы практически не ведутся. Сезонный характер работ отрицательно влияет на деятельность лесозаготовительных и деревоперерабатывающих предприятий. В работе также исследована несущая способность различных грунтов в течение года, представлено удельное давление на грунт тракторов с различными движителями. По результатам исследований территория Енисейского лесничества районирована по рекомендуемым лесозаготовительным тракторам с различными движителями. Предлагаемая методика может успешно применяться при выборе лесозаготовительной техники под конкретные территории с её природно-климатическими особенностями, определении сезона заготовки при различных почвенно-грунтовых условиях.

Ключевые слова: методика выбора лесозаготовительных машин, природно-климатические условия, технологический процесс, технология лесозаготовок, несущая способность грунта, удельное давление на грунт, почвенно-грунтовые условия

THE METHOD OF SELECTION OF FOREST MACHINES UNDER THE CLIMATIC CONDITIONS

Ph.D. in Engineering, Associate Professor **A. P. Mokhirev**

Lesosibirskiy Branch of the Reshetnev Siberian State Aerospace University, Lesosibirsk, Russian Federation

Abstract

Effect of climatic conditions on the efficiency of industrial activity logging industry is quite large, so the correct selection of harvesting and transport machines under the specific conditions at the moment is of great importance. Among a range of climatic factors most influence on the activities of logging equipment have soil and ground conditions. Among the factors that characterize the natural environment and has a significant impact on the production process, also include the terrain; average volume of the whip; growing stock per hectare; air temperature; duration of the period with negative temperatures, snow depth, and others. In this paper offered the technique of choice of harvesting machines under climatic conditions. The method was tested in the territory forestry of Eniseisk Krasnoyarsk region. According composed soil map of the territory it is clear that all soils, where it is necessary to operate the harvesting and transportation equipment is very diverse - from clay and heavy loam soil to slate. From these in the blank timber volumes and removal in the territory forestry of Eniseisk it can be seen that the maximum volume of logging occur in winter, in the summer the same time virtually no progress. The seasonal nature of the work negatively affects the

activities of logging and wood processing companies. The paper also investigated the carrying capacity of different soils in the course of the year, presented specific ground pressure by skidders with different movers. According to the research area of the forestry of Eniseisk zoned for recommended logging tractors with different movers. The proposed method can be successfully applied in the selection of logging equipment to the specific area with its natural and climatic characteristics, determining the harvesting season in different soil conditions.

Keywords: methods of choosing forest machines, climatic conditions, production process, harvesting technology, load-bearing capacity of soil, ground pressure, soil and groundwater conditions

Лесозаготовительный процесс происходит в сложных природно-климатических условиях. Их влияние оказывает большое значение на основные показатели производства: производительность, себестоимость и т.п. Территория нашей страны представлена разнообразием природно-климатических условий, и выбор определенных лесозаготовительных машин непосредственно связан с предполагаемыми условиями их использования. Проблемой подбора лесозаготовительных машин занимались многие специалисты (в частности [3, 6])

Целью настоящих исследований является обоснование технологического процесса заготовительно-транспортных машин с учетом природно-климатических особенностей.

Для достижения поставленной цели предлагается методика выбора лесозаготовительных машин под природно-климатические условия (рис. 1).

Для выбора лесосечных машин рассматривается территория и определяются природно-климатические условия, влияющие на лесозаготовительный процесс. Сезонно-климатические особенности территории заготовки имеют большое значение на технологический процесс. К факторам, влияющим на лесозаготовку можно отнести максимальная и минимальная температура окружающего воздуха, количество выпадающих осадков, максимальная величина снежного покрова, но наибольшее значение имеет почвенный покров.

Несущая способность грунта оказывают прямое воздействие на выбор движителя, скорость передвижения, и, следовательно, на производительность и эффективность работы машины в целом. Грунты и почвы в лесозаготовительной промышленности воспринимаются как единое целое и оцениваются в отношении проходимости по ним машин и рабочих. При этом нагрузки передаются обычно на глубину до 50 см, то есть воспринимаются они в основном поверхностным, почвенным горизонтом. Грунт, в зависимости от крупно-

сти и соотношения составляющих его частиц, может быть песком, супесью, суглинком или глиной. Почвенно-грунтовые условия по их эксплуатационным показателям для целей лесосечных работ распределены на четыре категории [5, 7]. На лесосеках с первой категорией грунтов («сухие почвы») возможна работа практически круглогодично, с небольшим перерывом ранней весной после схода снега. Осадки в летний и осенний периоды с такими грунтами на проходимость машин не влияют. К ним можно отнести сухие пески, каменную хрящевую почву. Вторую категорию («свежие почвы») с лесозаготовительной точки зрения можно отнести к удовлетворительной. По почвам данной категории возможен многократный проход машин по одному волоку. В весенне-осеннюю распутицу несущая способность их значительно снижается, летние осадки на проходимость машин влияют мало. К данной категории можно отнести супесчаные почвы, мелкие суглинки, глинистые пески. Влажность почв при третьей категории («влажные почвы») остается значительной в течение всего теплого периода. Под воздействием движителей тракторов растительный слой быстро разрушается и на волоках образуются глубокие колеи [1]. В периоды распутицы волокнистые превращаются в пльвуны. К данной категории грунтов можно отнести суглинистые и глинистые почвы, супеси с глинистыми прослойками. Четвертая категория («сырые почвы») для лесозаготовки наиболее неблагоприятна. Избыточно увлажненные почвы снижают проходимость машин. В весенне-осеннюю распутицу передвижение по лесосекам крайне затруднительно, волокнистые заполнены грязью даже в сухую погоду. На сильно увлажненных участках образуются болотные почвы.

Среди факторов, характеризующих природные условия, также значимыми являются рельеф местности [10] и запас деревьев на гектар, влияющие на время передвижения машины, перемещения рабочего органа от дерева к дереву, годовое количество лесосек, протя-

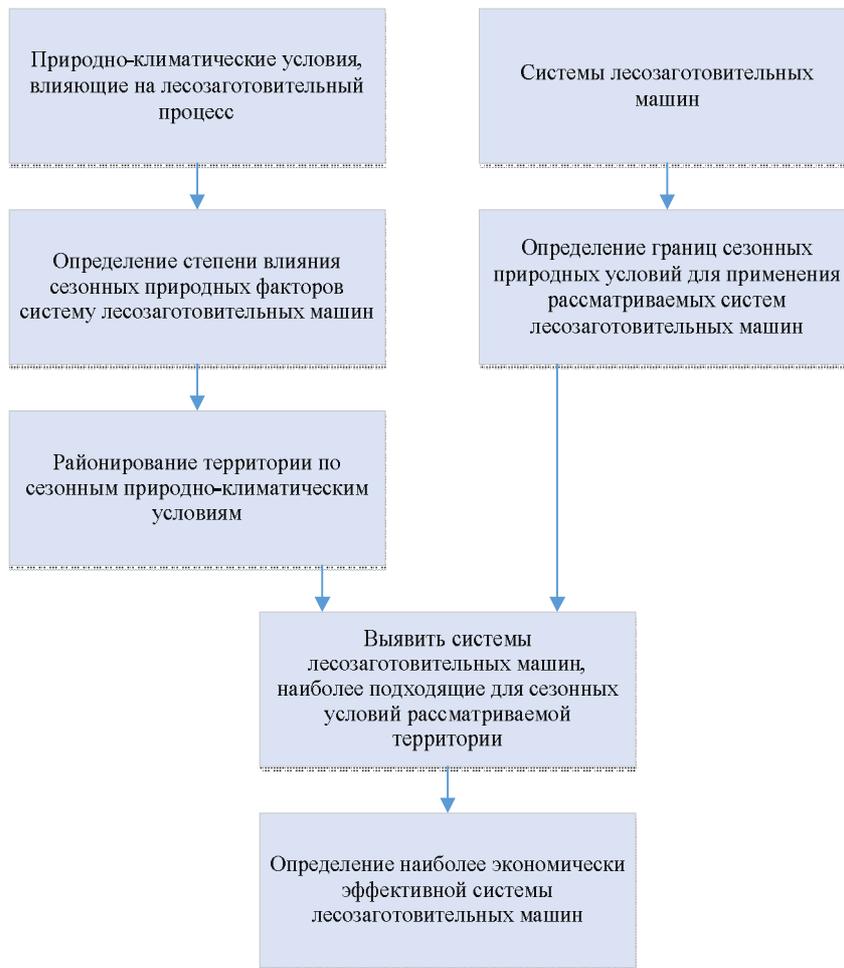


Рис. 1. Методика выбора лесозаготовительных машин под природно-климатические условия

женность транспортных путей, схемы разработки лесосек и др. Рельеф местности можно разделить на три группы: равнинный, где работают обычные трелевочные трактора; холмистые, на склонах которых трактора могут работать, но с ограничениями по силе тяги и по устойчивости; горные, где требуется применение специальных трелевочных средств (канатные установки).

Климатические условия влияют на продолжительность рабочей смены, состояние транспортных путей, сезонность и др. Сильные морозы могут изменять физические и механические свойства деревьев, а также негативно влияют на технику. При ниже -40°C использование техники не рекомендуется. Высота снежного покрова влияет на проходимость и скорость перемещения машины, следовательно, и на производительность. Из метеорологических элементов для лесосечных работ особенно важны температура воздуха, осадки и ветер. Кроме средних и экстремальных значений годового и суточного хода температуры, для лесосеч-

ных работ имеют значение такие показатели как продолжительность устойчивых морозов и число дней с низкими температурами. Из осадков наиболее важным является высота снежного покрова, характеризующаяся продолжительностью залегания, высотой и плотностью.

Показатель продолжительности морозов напрямую влияет на длительность сезона зимней вывозки. Фактор сезонности зимних дорог является одним из проблемных для лесозаготовительных предприятий.

Рассматривая лесозаготовительные машины относительно их применения в различных условиях, можно выделить следующие наиболее значимые ограничения: максимальная и минимальная температура окружающей среды; максимальный уклон местности; удельное давление на грунт.

Лесозаготовительные машины делятся по типу движителя:

- колёсный движитель состоит из диска и шины;

одна из значимых характеристик колесных машин – колёсная формула. Она определяет общее количество колёс машины и количество ведущих колёс. Данная характеристика определяет проходимость машин; машина с колёсной формулой 4x2 или 6x2 – ограниченной проходимости, 4x4 и 6x6 – повышенной проходимости; более трёх мостов – высокой проходимости. Количество колес также имеет значение на удельное давление на грунт. Чем больше колес, тем меньше удельное давление на грунт;

- гусеничный движитель – состоит из ведущего колеса, гусеничного полотна, направляющего колеса с амортизационно – натяжным устройством и катков. На проходимость и удельное давление на грунт имеет ширина гусеничного полотна. При увеличении площади опоры на грунт удельное давление на грунт снижается [4];

- колёсно-гусеничный движитель – состоит из колеса и гусеничной ленты, которая используется, если это необходимо.

По исследованиям [11, 12], удельное давление на грунт гусеничных трелевочных тракторов находится в пределах $0,3 - 0,6 \text{ кг/см}^2$, а колесных $1,7 - 2,1 \text{ кг/см}^2$.

В целях повышения проходимости и снижения удельного давления на грунт, на машинах с колесным движителем применяются гусеничные ленты. В машинах с колесной формулой 6x6 ленты охватывают колеса задней тележки. На машинах с колесной формулой 8x8 применяются гусеничные ленты на передние и задние пары колес. Данное мероприятие повышает проходимость за счет увеличения коэффициента сцепления и снижения колееобразования, т.к. значительно снижается удельное давление на грунт (примерно в 1,5-2,0 раза, до $1,1-0,9 \text{ кг/см}^2$).

Колесные трелевочные тракторы специального назначения и машины на их базе в летнее время могут использоваться на участках I и II категорий грунтов [2, 9].

На участках II категории почвенного покрова гусеничные тракторы многократно могут выполнять проходы по одному следу; тракторы с колесным движителем – несколько проходов по одной колее, оборудовав на колеса гусеничные ленты – большое количество проходов.

При эксплуатации участков III категории в летний период при сухой почве гусеничные тракторы мо-

гут многократно передвигаться по одному следу, однако в период переувлажнения после нескольких проходов по одному следу полностью разрушают волок. Колесные тракторы при данной категории грунтов могут использоваться только с оборудованными гусеничными лентами. При нескольких проходах по одному следу образуется глубокая колея.

На IV категории грунтов при непромерзшей почве тракторы повышенной проходимости могут работать, но они ограничиваются небольшим числом проходов по одному следу. Использование колесных машин при таких условиях недопустимо.

Предлагаемая методика выбора лесозаготовительных машин под природно-климатические условия апробирована на территории Енисейского лесничества Красноярского края. Согласно лесорастительному районированию, разработанную Институтом леса имени В.Н. Сукачёва, территория левобережной части Енисейского лесничества относится к Чулымо-Кетскому южно-таёжному району сосново-тёмнохвойных лесов, правобережная часть к среднетаёжному району тёмнохвойных лесов Енисейского края.

Климат района расположения лесничества резко континентальный: весна затяжная с резкими колебаниями температур, лето жаркое с достаточным увлажнением, осень скоротечная, зима многоснежная, с сильными морозами.

По рельефу территория лесничества делится на две части – западная часть, являющаяся восточной окраиной Западно-Сибирской низменности, представляет собой плоско-холмистую равнину, где широкие долины рек чередуются с водоразделами, относительные превышения которых достигают 70-80 м. Надпойменные террасы рек имеют депрессии, заполненные верховыми и переходными болотами.

Восточная часть территории лесничества расположена на среднесибирском плоскогорье (район Енисейского края). Рельеф характеризуется наличием возвышенностей и глубоких долин с крутыми склонами.

Основные климатические показатели лесничества представлены в таблице 1.

Формирование почв тесно связано с особенностями механического состава материнских пород и рельефом. В левобережной части лесничества на всхолмленных участках и в прибрежной части рек

Таблица 1

Климатические показатели

Наименование показателя	Значение
Среднегодовая температура	2,0 °С
Абсолютный максимум	+33,6 °С
Абсолютный минимум	-50,7 °С
Количество осадков за год	497 мм
Продолжительность вегетационного периода	145 дней
Глубина промерзания почвы	150 см
Мощность снежного покрова	63 см

Кета и Б.Каса преобладают дерново-подзолистые, песчаные и супесчаные почвы, занятые сосновыми насаждениями. На равнинных участках с высшим уровнем грунтовых вод преобладают дерново-подзолисто-глеевые суглинистые почвы, на которых произрастают сосновые, пихтово-еловые и берёзовые насаждения. Пологие склоны и понижения представлены суглинистыми почвами разной степени оподзоленности, на которых произрастают елово-пихтовые и кедровые насаждения, а также сменившие их мягко лиственные древостой. Сильно пониженные участки с выходом грунтовых вод на поверхность, заняты торфяно-глеевыми почвами, на которых произрастают низко бонитетные сосновые, реже кедровые насаждения.

В пределах правобережной части лесничества почвообразовательные процессы способствуют развитию почв подзолистого типа. Здесь преобладают дерново-подзолистые и дерново-карбонатные почвы. Дерново-карбонатные почвы развиваются под берёзовыми и пихтовыми лесами. Дерново-карбонатные характерны для всех пород. На участках, аналогичных по рельефу с левобережной частью встречаются почвы, описанные выше. Почвенная карта Енисейского лесничества представлена на рис. 2.

Наиболее благоприятным вариантом производственного процесса является равномерность объёмов заготовки, вывозки древесины по месяцам и поставки её потребителям. В реальности же лесозаготовительные предприятия находятся под постоянным воздействием различных факторов, в том числе и природно-климатических. Объёмы заготовки и вывозки древесины на территории Енисейского лесничества по месяцам года за 2010-2014 г представлены на диаграммах рис. 3, 4.

Из диаграмм видно, что основной объём заготовки и вывозки древесины происходит в снежный

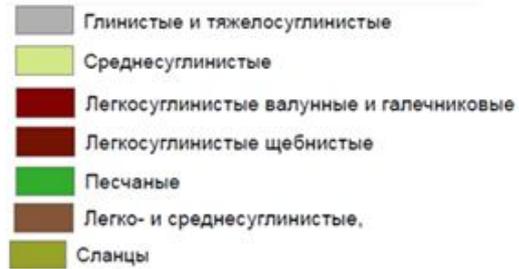
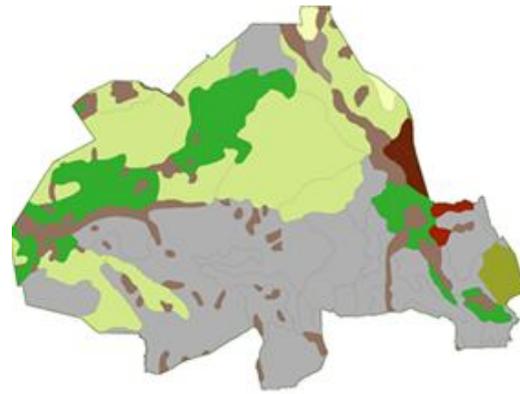


Рис. 2. Почвенная карта Енисейского лесничества

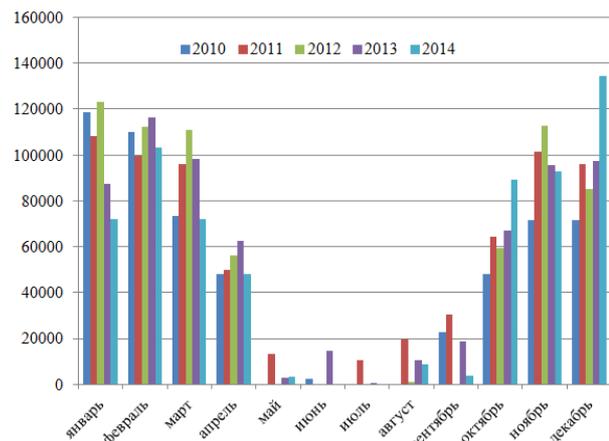


Рис. 3. Объемы заготовки древесины в течение года

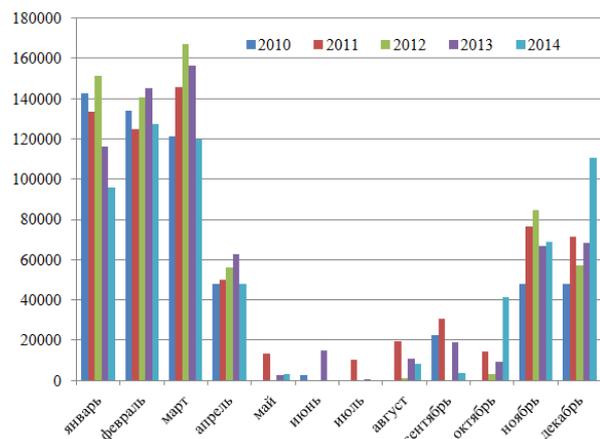


Рис. 4. Объемы вывозки древесины в течение года

период, когда воздействие движителей на почву минимально и несущая способность грунтов высокая. При этом, период заготовки начинается раньше чем вывозки после летнего периода. После весенней оттепели заготовка и вывозка прекращается и возобновляется в редких случаях летом и чаще всего только с наступлением первых заморозков. Это объясняется несколькими причинами [8]:

1. На территории небольшое количество дорог круглогодочного действия, что затрудняет вывозку в распутицу.

2. На территории имеется большое количество грунтов со слабой несущей способностью.

3. Территория не зонирована по сезонам заготовки.

Для определения возможности применения лесозаготовительных машин с разными движителями при разных грунтах на территории Енисейского лесничества в течение года составлены диаграммы. При однократном проезде диаграмма представлена на рис. 5, при многократном проезде на рис. 6.

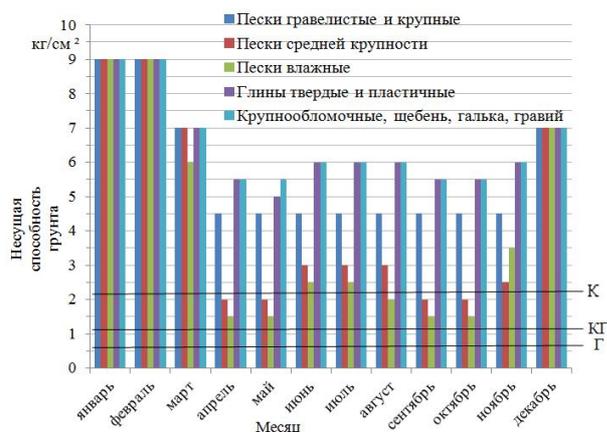


Рис. 5. График несущей способности грунта при однократном проезде лесозаготовительной машины

Из представленных графиков видно, что при однократном проезде, возможно использовать колесно-гусеничные (КГ) и гусеничные (Г) движители при всех категориях грунта круглогодично. Трактора с колесным (К) движителем не стоит применять в осенний и весенний периоды на песчаных влажных грунтах и песчаных средней крупности. При многократном проезде несущая способность грунтов заметно снижается.

В соответствии с проведенными исследованиями территория Енисейского лесничества районирована

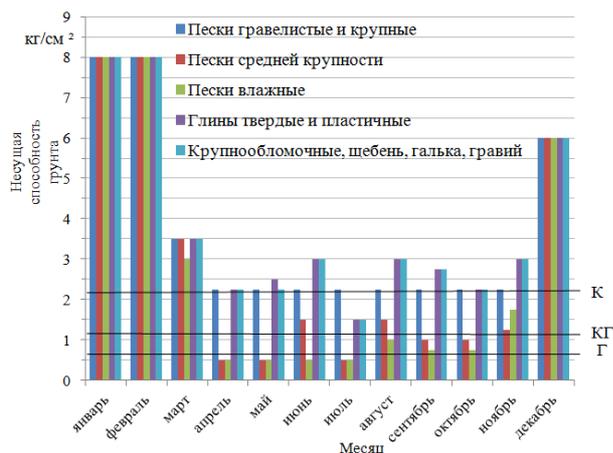


Рис. 6. График несущей способности грунта при многократном проезде лесозаготовительной машины

по рекомендуемым движителям (рис. 7). Данные рекомендации для летнего сезона работы. В зимнее время могут быть использованы тракторы с любыми движителями.



Рис. 7. Территория лесничества, районированная по рекомендуемым типам движителей

Можно заметить, что на большей части лесничества возможно использовать тракторы с любым движителем.

Выводы.

1. Воздействие лесозаготовительной техники на почвенный покров зависит от многих факторов, чтобы уменьшить негативное воздействие на лесную почву, нужно внимательно и ответственно подбирать механизмы для лесозаготовок, в зависимости от категории грунтов.

2. Предлагаемая методика может успешно применяться для выбора лесозаготовительных машин

под природно-климатические условия территории.

3. Территория Красноярского края и в частности Енисейского лесничества имеет сложные природно-климатические условия для лесозаготовок.

4. Заготовка и вывозка древесины на территории Красноярского края имеет сезонный характер.

5. Для увеличения объема и эффективности

лесозаготовки следует районировать территорию по сезонам заготовки и применяемым типам движителей.

6. Для Красноярского края рекомендуется использовать лесные машины преимущественно с гусеничными лентами, что обеспечит большее количество проходов и больший объем лесозаготовок.

Библиографический список

1. Bont, L.G. Concurrent optimization of harvesting and road network layouts under steep terrain [Text] / L.G. Bont, H.R. Heinemann, L.C. Richard // *Annals of Operations Research*. – 2012. – no. 232. – pp. 41-64.
2. Gerasimov, Y. Effect of bogie track and slash reinforcement on sinkage and soil compaction in soft terrains [Text] / Y. Gerasimov, V. Katarov // *Croatian Journal of Forest Engineering*. – 2010. – Vol. 31. – no. 1. – pp. 35-45.
3. Shegelman, I. Optimization of a forest harvesting set based on the Queueing Theory: Case study from Karelia [Text] / I. Shegelman, P. Budnik, E. Morozov // *Lesn. Cas. For. J.* – 2015. – no. 61. – pp. 211-220.
4. Uusitalo, J. The effect of wider logging trails on rut formations in the harvesting of Pearland forests [Text] / J. Uusitalo, M. Salomäki, J. Ala-Ilomäki // *Croatian journal of forest engineering*. – 2015. – Vol. 36. – no. 1. – pp. 125-130.
5. Виногоров, Г.К. Некоторые лесозаготовительные характеристики почвенно-грунтовых условий и рельефа [Текст] / Г.К. Виногоров // *Вопросы технологии и механизации лесосечных работ : сборник научных трудов ЦНИИМЭ*. – Химки : ЦНИИМЭ, 1982. – С. 5-7.
6. Макуев, В.А. Формирование парка лесосечных машин для лесозаготовительного предприятия [Текст] : монография / В.А. Макуев. – М.: МГУЛ, 2004. – 184 с.
7. Мохирев, А.П. Воздействие лесозаготовительных машин на почвенный покров [Текст] / А.П. Мохирев, А.А. Керющенко // *Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: материалы Международной заочной научно-практической конференции – Воронеж, 2015. – Т. 3. – № 2-1 (13-1).* – С. 258-262.
8. Мохирев, А.П. Исследование специфики лесозаготовок в Красноярском крае [Текст] / А.П. Мохирев, П.Ф. Мохирев // *Resources and Technology*. – 2015. – Т. 12. – № 2. – С. 98-108.
9. Шегельман, И.Р. Анализ эффективности сортиментной заготовки леса [Текст] / И.Р. Шегельман, В.И. Скрыпник, Р.А. Петухов // *Ученые записки ПетрГУ. Серия «Естественные и технические науки»*. – 2008. – № 3 (94). – С. 94-103.
10. Шегельман, И.Р. Анализ показателей работы и оценка эффективности лесозаготовительных машин в различных природно-производственных условиях [Текст] / И.Р. Шегельман, В.И. Скрыпник, А.В. Кузнецов // *Ученые записки ПетрГУ*. – 2010. – № 4. – С. 66-75.
11. Шеховцев, Д.И. Анализ основных параметров колесных трелевочных тракторов по сравнительным испытаниям [Текст] / Д.И. Шеховцев // *Проблемы исследования базовых лесопромышленных тракторов. Труды ЦНИИМЭ*. – Химки : ЦНИИМЭ. – 1977. – С. 63-75.
12. Шеховцев, Д.И. Оценка проходимости трелевочных тракторов [Текст] / Д.И. Шеховцев // *Исследования лесопромышленных тракторов. Труды ЦНИИМЭ*. – Химки : ЦНИИМЭ. – 1982. – С. 14-15.

References

1. Bont L.G., Heinemann H.R., Richard L.C. Concurrent optimization of harvesting and road network layouts under steep terrain. *Annals of Operations Research*, 232, 2012, pp. 41-64.
2. Gerasimov Y., Katarov V. Effect of bogie track and slash reinforcement on sinkage and soil compaction in soft terrains. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 2010, Vol. 31, no. 1, pp. 35-45.
3. Shegelman I., Budnik P., Morozov E.: Optimization of a forest harvesting set based on the Queueing Theory: Case study from Karelia. *Lesn. Cas. For. J.*, 2015, 61, pp. 211-220.
4. Uusitalo J., Salomäki M., Ala-Ilomäki J. The effect of wider logging trails on rut formations in the harvest-ing

of Pearland forests. Croatian journal of forest engineering, 2015, Vol. 36, no. 1, pp. 125-130.

5. Vinogorov G.K. *Nekotorye lesoksploatatsionnye kharakteristiki pochvenno-gruntovykh usloviy i rel'efa* [Some lesoksploatatsionnye characteristics of the soil conditions and terrain]. *Voprosy tekhnologii i mekhanizatsii lesosechnykh rabot : sbornik nauchnykh trudov TsNIIME* [The technology and mechanization of logging operations : collection of scientific works TSNIIME]. Khimki, 1982, pp. 5-7 (In Russian).

6. Makuev V.A. *Formirovanie parka lesosechnykh mashin dlya lesozagotovitel'nogo predpriyatiya* [The formation of the Park, logging machinery for logging companies]. Moscow, 2004, 184 p. (In Russian).

7. Mokhirev A.P., Keryushchenko A.A. *Vozdeystvie lesozagotovitel'nykh mashin na pochvennyy pokrov* [The impact of forest machines on the soil cover]. *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy 21 veka: teoriya i praktika* [Actual directions of scientific researches of the 21 century: theory and practice]. 2015, Vol. 3, no. 2-1 (13-1), pp. 258-262 (In Russian). doi: 10.12737/10134

8. Mokhirev A.P., Mokhirev P.F. *Issledovanie spetsifiki lesozagotovok v Krasnoyarskom krae* [Study of the specifics of logging in Krasnoyarsk region] *Resources and Technology*, 2015, Vol. 12, no. 2, pp. 98-108 (In Russian). doi: 10.15393/j2.art.2015.3061

9. Shegelman I. R., Skrypnik V. I., Petukhov R. A. *Analiz effektivnosti sortimentnoy zagotovki lesa* [Analysis of the effectiveness of CTL logging]. *Uchenye zapiski PetrGU. Seriya «Estestvennye i tekhnicheskie nauki»* [PetrGU's scientific notes. A series of "Natural and technical Sciences"]. 2008, no. 3(94), pp. 94-103 (In Russian).

10. Shegelman I.R., Skrypnik V.I., Kuznetsov A.V. *Analiz pokazateley raboty i otsenka effektivnosti lesozagotovitel'nykh mashin v razlichnykh prirodno-proizvodstvennykh usloviyakh* [The performance analysis and evaluation of the effectiveness of forest machines in different natural production conditions] *Uchenye zapiski PetrGU* [PetrGU's scientific notes]. 2010, no.4, pp. 66-75 (In Russian).

11. Shekhovtsev D.I. *Analiz osnovnykh parametrov kolesnykh trelevochnykh traktorov po sravnitel'nyim ispytaniyam* [The analysis of the main parameters of wheeled skidders in comparative tests]. *Problemy issledovaniya bazovykh lesopromyshlennykh traktorov. Trudy TsNIIME* [The research problem underlying forestry tractors. Works TSNIIME]. Khimki, 1977, pp. 63-75 (In Russian).

12. Shekhovtsev D.I. *Otsenka prokhozimosti trelevochnykh traktorov* [Assessment of the patency of the skidder] *Issledovaniya lesopromyshlennykh traktorov. Trudy TsNIIME* [The research problem underlying forestry tractors. Works TSNIIME]. Khimki, 1982, pp. 14-15 (In Russian).

Сведения об авторах

Мохирев Александр Петрович – доцент кафедры технологии лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств Лесосибирского филиала ФГБОУ ВО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», кандидат технических наук, доцент, г. Лесосибирск, Российская Федерация; e-mail: ale-mokhirev@yandex.ru.

Information about authors

Mokhirev Aleksandr Petrovich – Associate Professor of Technology of logging and wood processing industries Lesosibirskiy Branch of the Reshetnev Siberian State Aerospace University, Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Lesosibirsk, Russian Federation; e-mail: ale-mokhirev@yandex.ru.