

К вопросу о перспективном направлении развития и анализа разработки труднодоступных переувлажненных лесосек с помощью канатных трелевочных установок в СЗФО РФ

Ф.В. Свойкин^{1a}, В.А. Соколова^{1b}, Б.М. Локштанов^{2c}

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

² Военная академия связи им. С.М. Буденного, Тихорецкий пр., 3, Санкт-Петербург, Россия

^a svoikin_fv@mail.ru., ^b sokolova_vika@inbox.ru., ^c blokshtanov@mail.ru

^a <https://orcid.org/0000-0002-8507-9584>, ^b <https://orcid.org/0000-0001-6880-445X>,

^c <https://orcid.org/0000-0002-5390-1457>

Статья поступила 06.04.2020, принята 28.04.2020

В статье проведен обзор лимитирующих факторов для развития машинной заготовки древесины в макрорегионе. Приведены актуальные предпосылки к применению канатных трелевочных установок нового типа в Северо-Западном федеральном округе РФ — ограничения или невозможность применения традиционных систем лесных машин среднего и тяжелого класса для разработки лесосек из-за климатических, почвенно-грунтовых, рельефных и таксационных факторов. Обозначены факторы, ограничивающие и затрудняющие внедрение данных канатных установок среди лесозаготовителей региона. Указана необходимость разработки канатных трелевочных установок нового типа. Предложена методика для оценки эффективности производительности канатной трелевки в условиях Лисинского УОЛХ при использовании канатных трелевочных установок в зависимости от основных таксационных характеристик насаждений — среднего объема хлыста и среднего запаса леса на гектаре путем варьирования основных параметров. Приведены результаты моделирования по изменению прироста производительности в процентном отношении для разработки труднодоступных переувлажненных лесосек применительно к условиям Северо-Западного федерального округа РФ в низко-, средне-, а также высокопродуктивных насаждениях. Представлены перспективные направления внедрения и дальнейшего развития канатной трелевки в условиях региона. Предложены рекомендации по конструктивным особенностям канатных трелевочных установок для заготовки и первичной вывозки древесины в перестойных насаждениях, обладающих запасом древесины свыше 0,35 м³. Обозначены пути дальнейшего исследования вопроса прогнозирования объема заготовки канатными трелевочными установками. Даны рекомендации по совершенствованию технологического процесса заготовки древесины при проведении селективных рубок в лесах I категории на примере Ленинградской области.

Ключевые слова: трелевка; переувлажненные труднодоступные лесосеки; канатная трелевочная установка; производительность; запас на гектаре; средний объем хлыста.

To the question about the future direction of development and analysis of the development of wetland cutting areas through the cable skidding units in the Northwestern Federal District of the Russian Federation

F.V. Svoikin^{1a}, V.A. Sokolova^{1b}, B.M. Lokshtanov^{2c}

¹ St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov; 5, Institutskiy Per., St. Petersburg, Russia

² Military Academy of Communication under name of S.M. Budenny; 3, Tikhoretsky Ave., St. Petersburg, Russia

^a svoikin_fv@mail.ru., ^b sokolova_vika@inbox.ru., ^c blokshtanov@mail.ru

^a <https://orcid.org/0000-0002-8507-9584>, ^b <https://orcid.org/0000-0001-6880-445X>,

^c <https://orcid.org/0000-0002-5390-1457>

Received 06.04.2020, accepted 28.04.2020

The article reviews the limiting factors for the development of machine harvesting of wood in the macroregion. Current conditions for the use of a new type of the cable skidding systems in the Northwestern Federal District of the Russian Federation are given: limitations or impossibility of using heavy forestry machines for the development of cutting areas due to climatic, soil, relief and valuation factors. The factors limiting and hindering the implementation of these cable skidding systems among loggers in the region are identified. The necessity of developing a new type of cable skidding systems is indicated. The proposed methodology for evaluating the effectiveness of cable skidding under the conditions of Lisinsky EEF using cable skidding systems depending on the main valuation characteristics: the average volume of the tree and the average timber reserve per hectare with varying main parameters. The simulation results are presented depending on changes in productivity and development of highly profitable forest lands in the Northwestern Federal District of the Russian Federation in low-, medium-, and also highly productive forest lands. Promising directions for the introduction

and further development of cable skidding in the region are presented. Recommendations are provided on the design features of cable skidding systems for harvesting and primary transportation of wood in mature stands with a wood reserve of more than 0.35 m^3 . Ways are proposed for further research into the forecasting of the volume of billets by cable skidding. Recommendations are given on improving the technological process of wood harvesting during selective felling in forests of the first category in forests, using the example of the Leningrad Region.

Keywords: trellis; overcooled hard-to-reach forests; cable trellis plant; productivity; stock per hectare; average whiplash volume.

В последнее время в связи со сложностями применения традиционных технологий (сортиментная и хлыстовая) и систем машин (ВСРМ и колесные сортиментоподборщики, ВПМ и колесные скиддеры) для заготовки и первичной вывозки древесины в условиях Северо-Западного федерального округа (СЗФО) РФ [1–3] обретает актуальность поиск решений для ритмичного круглогодичного освоения арендной базы предприятий региона [4]. Ряд научных работ отражает интерес к технологии освоения труднодоступных переувлажненных лесосек при помощи канатно-рельсовых трелевочных установок (КТУ) [5; 6], совершенствованию данной технологии и технической оснастки [7].

Стоит обратить внимание, что затруднением к повсеместному внедрению технологии разработки лесосек с применением КТУ является отсутствие пилотного проекта по внедрению данной технологии на предприятии региона. В случае реализации проекта на базе предприятия СЗФО возможно было бы апробировать данную технологию, разработать документацию, позволяющую применять КТУ согласно существующей нормативно-правовой базе, рассчитать нормы выработки предлагаемого решения.

Поскольку данный проект экономически затратен и подразумевает значительные инвестиции, его осуществление затруднено в рамках производственной базы отдельно взятого предприятия СЗФО.

На взгляд коллектива авторов, наиболее реалистичным видится решение по созданию совместного малого инновационного предприятия (МИП) на базе существующей учебно-опытной базы (например, на базе Лисинского УОЛХ СПбГЛТУ им. С.М. Кирова) при участии ученых СПбГЛТУ, производителей техники для заготовки древесины канатными трелевочными установками, лесозаготовителей региона, а также профильных ведомств для разработки нормативной базы.

На основании существующих данных была смоделирована зависимость производительности от среднего запаса на гектар со среднего объема хлыста, а также оценка прироста производительности в зависимости от изменения следующих таксационных характеристик: средний запас на гектаре, средний объем хлыста.

Стоит отметить, что на данный момент большинство эксплуатируемых лесов в Ленинградской области относятся к первой категории, в них разрешены только селективные рубки [8]. При осуществлении таких несплошных рубок допускается выборка определенного объема древесины. Первоначально лесозаготовители при проведении таких рубок старались отбирать самые крупные деревья для валки, что приводило к излишним нагрузкам на агрегат (харвестерную головку) и базовый трактор, что не соответствовало техническим характеристикам типичных для региона лесных машин разного

класса [9–13], это влекло за собой поломку дорогостоящего оборудования и простои техники (рис. 1).



Рис. 1. Результат нерационального отвода деревьев в рубку при выборочных рубках — поломка лесозаготовительной техники

Помимо повышения издержек на содержание лесной машины (поломки, простои, высокий расход топлива на 1 м^3 заготовленной древесины) произошло существенное сокращение выхода деловой древесины (пиловочника) из-за большого процента фаутовой древесины в наиболее крупных перестойных деревьях (рис. 2).



Рис. 2. Результат нерационального отвода деревьев в рубку при выборочных рубках — снижение выхода деловой древесины из-за фаутовых перестойных деревьев

Для обработки крупных стволов требуется большее время цикла, создаются излишние напряжения на сучкорезные ножи агрегата, что также снижает общую производительность и эффективность фазы заготовки древесины, поэтому целью исследования было выбрано сравнение прироста производительности в зависимости от основных таксационных параметров насаждения для рекомендаций по совершенствованию выборки древесины с лесосек.

Для этого было осуществлено варьирование среднего объема хлыста от 0,15 до 0,35 м³ с шагом 0,05 м³, в это же время среднего запаса на гектар от 75 до 275 м³ с шагом 50 м³. Расчеты производились в Microsoft Excel, данные были получены эмпирическим путем как наиболее типичные для природно-производственных условий арендной базы Лисинского УОЛХ согласно таксационным характеристикам. В результате расчетов были получены следующие значения параметров.

1. Для среднего запаса на гектаре 75 м³ и среднего объема хлыста (V_{хл.ср1}) 0,15 м³.

Часовая производительность (П_{ч1}) определяется согласно формуле (1):

$$P_{ч1} = (3600 \cdot \Sigma V_{хл1} \cdot \varphi) / T_{ц} \quad (1)$$

В результате расчетов получено значение П_{ч1} = 2,4 (м³/ч).

Сменная производительность может быть найдена согласно формуле (2):

$$P_{см1} = P_{ч1} \cdot T_{см} \quad (2)$$

В результате расчетов получено значение П_{см1} = 16,8 (м³/см).

Среднее количество обрабатываемых хлыстов в час (N_{ч1}) рассчитывается согласно формуле (3):

$$N_{ч1} = P_{ч1} / V_{хл} \quad (3)$$

В результате расчетов получено значение N_{ч1} = 16 хлыстов в час.

Среднее количество обрабатываемых хлыстов в смену (N_{см1}), *шт.*, рассчитывается согласно формуле (4):

$$N_{см1} = P_{см1} / V_{хл} \quad (4)$$

В результате расчетов получено значение N_{см1} = 107,2 хлыстов в смену.

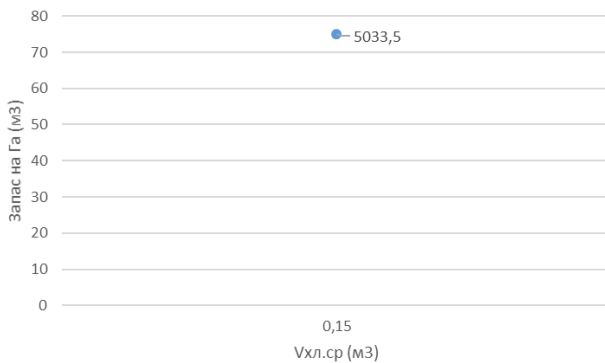


Рис. 3. Зависимость производительности от среднего запаса на гектар и среднего объема хлыста

Годовая выработка на списочную машину (П_{г1}) определяется по формуле (5):

$$P_{г1} = 365 \cdot P_{см1} \cdot K_{см1} - K_{ним} \cdot K_{тг} \quad (5)$$

В результате расчетов получено значение П_{г1} = 5 033,5 м³ в год.

Зависимость производительности от среднего запаса на гектар и среднего объема хлыста изображаем на рис. 3.

2. Для среднего запаса на гектаре 125 м³ и среднего объема хлыста (V_{хл.ср2}) 0,2 м³.

Часовая производительность (П_{ч2}) определяется согласно формуле (6):

$$P_{ч2} = (3600 \cdot \Sigma V_{хл2} \cdot \varphi) / T_{ц} \quad (6)$$

В результате расчетов получено значение П_{ч2} = 3,1 (м³/ч).

Сменная производительность может быть найдена согласно формуле (7):

$$P_{см2} = P_{ч2} \cdot T_{см} \quad (7)$$

В результате расчетов получено значение П_{см2} = 20,77 (м³/см).

Среднее количество обрабатываемых хлыстов в час (N_{ч2}) рассчитывается согласно формуле (8):

$$N_{ч2} = P_{ч2} / V_{хл} \quad (8)$$

В результате расчетов получено значение N_{ч2} = 15,5 хлыстов в час.

Среднее количество обрабатываемых хлыстов в смену (N_{см2}), *шт.*, рассчитывается согласно формуле (9):

$$N_{см2} = P_{см2} / V_{хл} \quad (9)$$

В результате расчетов получено значение N_{см2} = 104 хлыста в смену.

Годовая выработка на списочную машину (П_{г2}) определяется по формуле (10):

$$P_{г2} = 365 \cdot P_{см2} \cdot K_{см2} - K_{ним} \cdot K_{тг} \quad (10)$$

В результате расчетов получено значение П_{г2} = 6 534,1 м³ в год.

Зависимость производительности от среднего запаса на гектар и среднего объема хлыста изображаем на рис. 4.

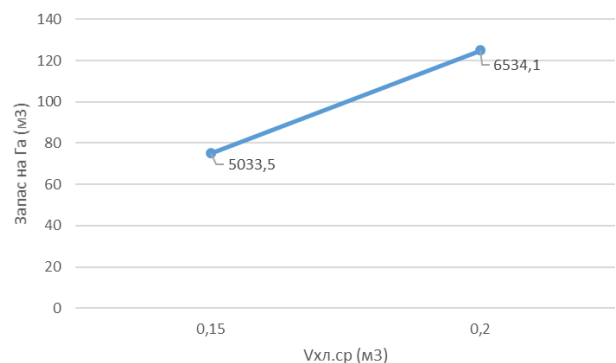


Рис. 4. Зависимость производительности от среднего запаса на гектар и среднего объема хлыста

Процентное изменение производительности от изменения среднего объема хлыста и среднего запаса на гектар приводим на рис. 5.

Годовая производительность в низкопродуктивных насаждениях при среднем запаса на гектар от 75 до 125 м³ и среднем объеме хлыста от 0,15 до 0,2 м³ будет составлять от 5 033,5 до 6 534,1 м³. Прирост производительности составит 30 %.

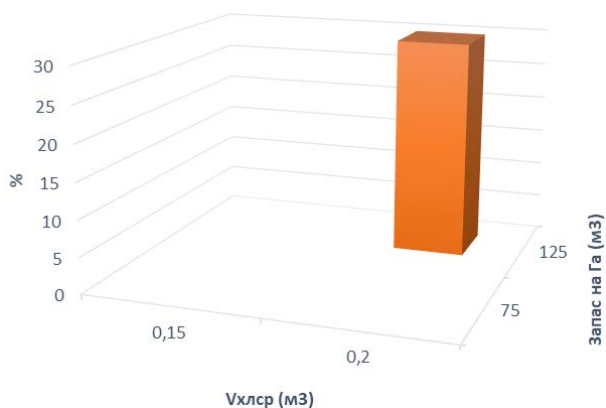


Рис. 5. Процентное изменение производительности от изменения среднего объема хлыста и среднего запаса на гектар

3. Для среднего запаса на гектаре 175 м^3 и среднего объема хлыста ($V_{\text{хл.ср3}}$) $0,25 \text{ м}^3$.

Часовая производительность ($\Pi_{\text{ч3}}$) определяется согласно формуле (11):

$$\Pi_{\text{ч3}} = (3600 \cdot \Sigma V_{\text{хл3}} \cdot \varphi) / T_{\text{ц}} \quad (11)$$

В результате расчетов получено значение $\Pi_{\text{ч3}} = 3,9 \text{ (м}^3/\text{ч)}$.

Сменная производительность может быть найдена согласно формуле (12):

$$\Pi_{\text{см3}} = \Pi_{\text{ч3}} \cdot T_{\text{см}} \quad (12)$$

В результате расчетов получено значение $\Pi_{\text{см3}} = 26,13 \text{ (м}^3/\text{см)}$.

Среднее количество обрабатываемых хлыстов в час ($N_{\text{ч3}}$) рассчитывается согласно формуле (13):

$$N_{\text{ч3}} = \Pi_{\text{ч3}} / V_{\text{хл}} \quad (13)$$

В результате расчетов получено значение $N_{\text{ч3}} = 15,6$ хлыста в час.

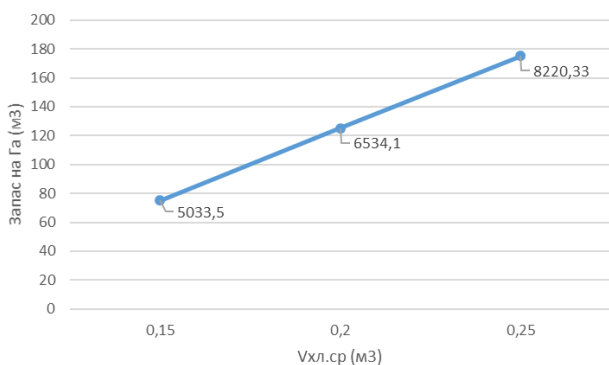


Рис. 6. Зависимость производительности от среднего запаса на гектар и среднего объема хлыста

Процентное изменение производительности от изменения среднего объема хлыста и среднего запаса на гектар приводим на рис. 7.

Среднее количество обрабатываемых хлыстов в смену ($N_{\text{см3}}$), *шт.*, рассчитывается согласно формуле (14):

$$N_{\text{см3}} = \Pi_{\text{см3}} / V_{\text{хл}} \quad (14)$$

В результате расчетов получено значение $N_{\text{см3}} = 104,5$ хлыстов в смену.

Годовая выработка на списочную машину ($\Pi_{\text{г3}}$) определяется по формуле (15):

$$\Pi_{\text{г3}} = 365 \cdot \Pi_{\text{см3}} \cdot K_{\text{с3}} \cdot K_{\text{ним}} \cdot K_{\text{тг}} \quad (15)$$

В результате расчетов получено значение $\Pi_{\text{г3}} = 8\,220,33 \text{ м}^3$ в год.

Зависимость производительности от среднего запаса на гектар и среднего объема хлыста изображаем на рис. 6.

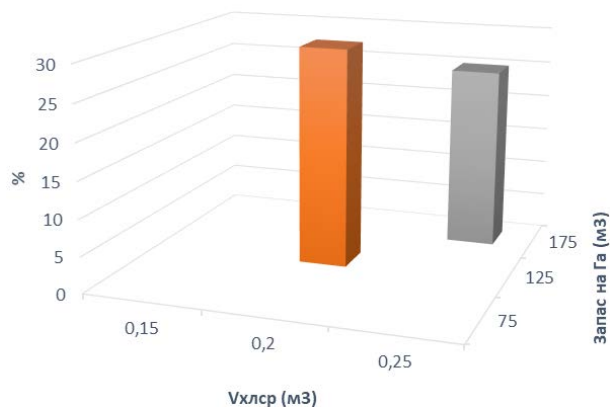


Рис. 7. Процентное изменение производительности от изменения среднего объема хлыста и среднего запаса на гектар

Годовая производительность в среднепродуктивных насаждениях при среднем запаса на гектар от 125 до 175 м^3 и среднем объеме хлыста от $0,2$ до $0,25 \text{ м}^3$ будет составлять от $6\,534,1$ до $8\,220,33 \text{ м}^3$. Прирост производительности составит 30% .

4. Для среднего запаса на гектаре 225 м^3 и среднего объема хлыста ($V_{\text{хл.ср4}}$) $0,3 \text{ м}^3$.

Часовая производительность ($\Pi_{\text{ч4}}$) определяется согласно формуле (16):

$$\Pi_{\text{ч4}} = (3600 \cdot \Sigma V_{\text{хл4}} \cdot \varphi) / T_{\text{ц}} \quad (16)$$

В результате расчетов получено значение $\Pi_{\text{ч4}} = 4,7 \text{ (м}^3/\text{ч)}$.

Сменная производительность может быть найдена согласно формуле (17):

$$\Pi_{\text{см4}} = \Pi_{\text{ч4}} \cdot T_{\text{см}} \quad (17)$$

В результате расчетов получено значение $\Pi_{\text{см4}} = 31,49 \text{ (м}^3/\text{см)}$.

Среднее количество обрабатываемых хлыстов в час ($N_{\text{ч4}}$) рассчитывается согласно формуле (18):

$$N_{\text{ч4}} = \Pi_{\text{ч4}} / V_{\text{хл}} \quad (18)$$

В результате расчетов получено значение $N_{\text{ч4}} = 15,6$ хлыста в час.

Среднее количество обрабатываемых хлыстов в смену ($N_{\text{см4}}$), *шт.*, рассчитывается согласно формуле (19):

$$N_{\text{см4}} = \Pi_{\text{см4}} / V_{\text{хл}} \quad (19)$$

В результате расчетов получено значение $N_{\text{см4}} = 105$ хлыстов в смену.

Годовая выработка на списочную машину ($\Pi_{\text{г4}}$) определяется по формуле (20):

$$\Pi_{\text{г4}} = 365 \cdot \Pi_{\text{см4}} \cdot K_{\text{с4}} \cdot K_{\text{ним}} \cdot K_{\text{тг}} \quad (20)$$

В результате расчетов получено значение $\Pi_{г4} = 9\,906,6 \text{ м}^3$ в год.

Зависимость производительности от среднего запаса на гектар и среднего объема хлыста изображаем на рис. 8.

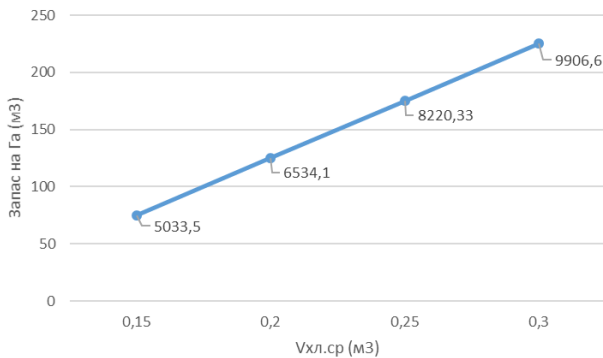


Рис. 8. Зависимость производительности от среднего запаса на гектар и среднего объема хлыста

Процентное изменение производительности от изменения среднего объема хлыста и среднего запаса на гектар приводим на рис. 9.

Годовая производительность при среднепродуктивных насаждениях при среднем запаса на гектар от 175 до 225 м³ и среднем объеме хлыста от 0,25 до 0,3 м³ будет составлять от 8 220,33 до 9 906,6 м³. Прирост производительности составит 20,5 %.

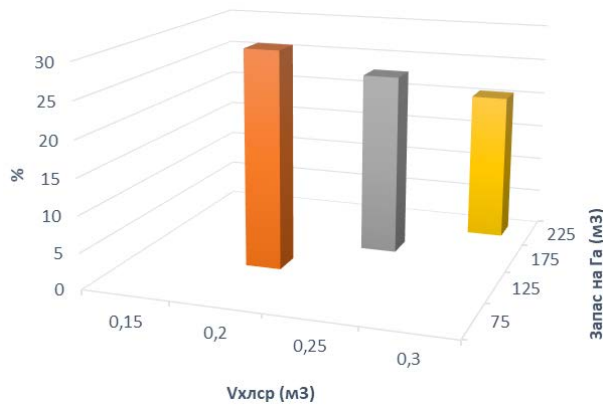


Рис. 9. Процентное изменение производительности от изменения среднего объема хлыста и среднего запаса на гектар

5. Для среднего запаса на гектаре 275 м³ и среднего объема хлыста ($V_{хл.ср5}$) 0,35 м³.

Часовая производительность ($\Pi_{ч5}$) определяется согласно формуле (21):

$$\Pi_{ч5} = (3600 * \Sigma V_{хл5} * \varphi) / T_{ц} \quad (21)$$

В результате расчетов получено значение $\Pi_{ч5} = 5,5 \text{ (м}^3/\text{ч)}$.

Сменная производительность может быть найдена согласно формуле (22):

$$\Pi_{см5} = \Pi_{ч5} * T_{см} \quad (22)$$

В результате расчетов получено значение $\Pi_{см5} = 36,85 \text{ (м}^3/\text{см)}$.

Среднее количество обрабатываемых хлыстов в час ($N_{ч5}$) рассчитывается согласно формуле (23):

$$N_{ч5} = \Pi_{ч5} / V_{хл} \quad (23)$$

В результате расчетов получено значение $N_{ч5} = 16$ хлыстов в час.

Среднее количество обрабатываемых хлыстов в смену ($N_{см5}$), *шт.*, рассчитывается согласно формуле (24):

$$N_{см5} = \Pi_{см5} / V_{хл} \quad (24)$$

В результате расчетов получено значение $N_{см5} = 105,2$ хлыста в смену.

Годовая выработка на списочную машину ($\Pi_{г5}$) определяется по формуле (25):

$$\Pi_{г5} = 365 * \Pi_{см5} * K_{с5} * K_{ним} * K_{тг} \quad (25)$$

В результате расчетов получено значение $\Pi_{г5} = 11\,592,8 \text{ м}^3$ в год.

Полученные данные сведены в таблицу.

$V_{хлср}$, м³	Запас на га, м³	$\Pi_{ч2}$, м³	$\Pi_{г}$, м³ в год	Прирост $\Pi_{г}$, %
0,15	75	2,4	5 033,5	–
0,2	125	3,1	6 534,1	30
0,25	175	3,9	8 220,33	30
0,3	225	4,7	9 906,6	20,5
0,35	275	5,5	11 592,8	17

На рис. 10 изображена зависимость производительности от среднего запаса на гектар и среднего объема хлыста.

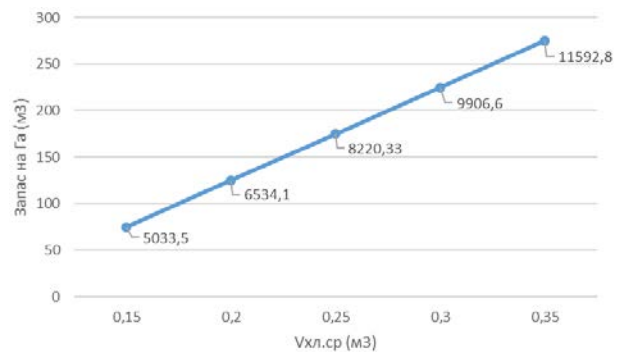


Рис. 10. Зависимость производительности от среднего запаса на гектар и среднего объема хлыста

Процентное изменение производительности от изменения среднего объема хлыста и среднего запаса на гектар приводим на рис. 11.

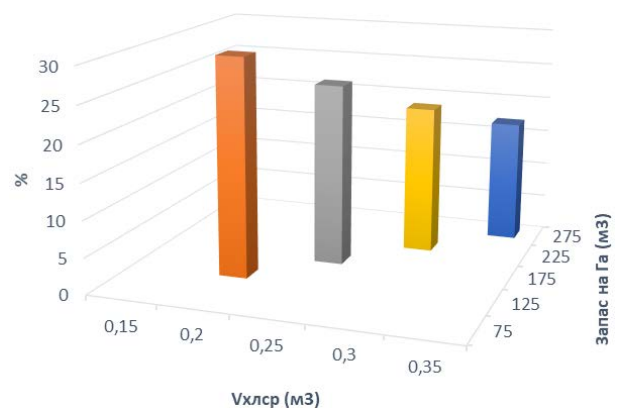


Рис. 11. Процентное изменение производительности от изменения среднего объема хлыста и среднего запаса на гектар

Годовая производительность при высокопродуктивных насаждениях при среднем запасе на гектар 275 м³ и более и среднем объеме хлыста 0,35 м³ и более составит 11 592,8 м³, в то время как прирост производительности составит 17 % и менее.

В результате моделирования можно сделать вывод: по результатам расчетов видно, что с увеличением среднего объема хлыста и среднего запаса на гектар годовая производительность растет. Однако прирост производительности уменьшается, следовательно, чем выше производительность насаждений, тем сильнее уменьшается процентный прирост производительности (при низкопродуктивных насаждениях прирост производительности составит 30 %, при среднепродуктивных — 20,5, а при высокопродуктивных насаждениях — 17 % и менее).

Для повышения скорости обработки информации таксационных характеристик насаждений и прогнози-

рования объема заготовки КТУ предполагается написание ПО для ПК в среде программирования AIMMS. Для повышения точности расчетов предполагается введение уточняющих коэффициентов.

Уменьшение прироста производительности КТУ в высокопродуктивных насаждениях свидетельствует о необходимости патентного поиска помимо существующих предложений [14; 15] с целью усовершенствования конструкции КТУ для работы в перестойных насаждениях, обладающих средним объемом хлыста выше 0,35 м³.

Для совершенствования процесса заготовки древесины следует рекомендовать лесозаготовителям региона при осуществлении селективной выборки деревьев отводить в рубку деревья среднего и ниже среднего диаметра, не стараться выбирать деревья крупного диаметра для предотвращения поломок и снижения выхода деловой древесины.

Литература

1. Свойкин Ф.В. Обеспеченность (надежность) зимнего периода работы многооперационных лесосечных машин (харвестера, форвардера) // XIII Междунар. молодежная науч. конф. "Севергеоэкотех-2012": материалы конф. 21–23 марта 2012 г., Ухта: в 6 ч. Ухта: УГТУ, 2013. Ч. 2. С. 256–260.
2. Свойкин Ф.В. Прогнозирование периода лесосечных работ на летних лесосеках Республики Коми // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: материалы междунар. науч.-технической конф. Вологда: ВоГТУ, 2013. С. 31–35.
3. Коваленко Т.В., Свойкин Ф.В., Вохмянин Н.А. Вопросы учета влияния климатических факторов на организацию транспортно-технологических процессов лесозаготовительного производства // Опыт лесопользования в условиях Северо-Запада РФ и Финноскандии: материалы междунар. науч.-технической конф., посвящ. 60-летию лесоинженерного фак. Петр ГУ. Петрозаводск, 2011. С. 15–16.
4. Григорьев И.В., Свойкин Ф.В., Григорьева О.И., Никифорова А.И. Повышение эффективности освоения заболоченных лесосек в теплый период года // Повышение эффективности лесного комплекса: материалы Второй Всерос. науч.-практической конф. с междунар. участием, посвящ. 65-летию высш. лесного образования в Респ. Карелия. Петрозаводск: ПетрГУ, 2016. С. 68–70.
5. Ackerman P., Pulkki R., Gleasure E. Modelling of wander ratios, travel speeds and productivity of cable and grapple skidders in softwood sawtimber operations in South Africa. Southern Forests. 2014. 76(2). P. 101–110.
6. Kellog L.D. Planning and operational considerations for high quality forestry for sleep ground. In: Special Thinning and Harvesting Planning for Skyline Operations Workshop. Oregon State University, College of Forestry, Corvallis, Oregon 97310, 1997. USA.
7. Кацадзе В.А., Бирман А.Р., Королько Н.С., Угрюмов С.А., Свойкин Ф.В. Модернизация канатных трелевочных установок при разработке труднодоступных лесосек // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2019. № 6. С. 8–11.
8. Лесной план Ленинградской области: утвержден постановлением губернатора Ленинградской обл. № 75-пг; от 25.12.2018, прил. № 8.
9. Руководство по эксплуатации John Deere 1270E / 1470E. Выпуск 20100501 F074130 (Russian). Финляндия, 2010. 168 с.
10. Руководство для оператора Роттне Н8. Швеция, 2012. 50 с.

11. Руководство для оператора Роттне Н11С. Швеция, 2014. 276 с.
12. Руководство для оператора Роттне Н14В. Швеция, 2013. 282 с.
13. Руководство для оператора Роттне Н20В. Швеция, 2011. 266 с.
14. Патент на полезную модель № 113917 Рос. Федерация; «Канатно-рельсовая трелевочная установка», выдан 10.03.2013, опубл. в бюл. № 7.
15. Патент на полезную модель № 173954 Российская Федерация «Устройство для сбора древесины канатно-рельсовой трелевочной установкой», выдан 21.09.2017, опубликован в бюл. № 27.

References

1. Svoikin F.V. Availability (reliability) of winter period of operation of multi-operation forestry machines (harvester, forward) // XIII Mezhdunar. molodezhnaya nauch. konf. «Severgeoeotekh-2012»: materialy konf. 21–23 marta 2012 g., Uhta: v 6 ch. Uhta: UGTU, 2013. CH. 2. P. 256–260.
2. Svoikin F.V. Forecast of the period of forest works at the summer forest sectors of the Republic of Коми // Aktual'nye problemy razvitiya lesnogo kompleksa: materialy mezhdunar. nauch.-tekhneskoj konf. Vologda: VoGTU, 2013. P. 31–35.
3. Kovalenko T.V., Svoikin F.V., Vohmyanin N.A. Issues of taking into account the influence of climatic factors on the organization of transport and technological processes of logging production // Opyt lesopol'zovaniya v usloviyah Severo-Zapada RF i Fennoskandii: materialy mezhdunar. nauch.-tekhneskoj konf., posvyashch. 60-letiyu lesoinzhenernogo fak. Petr GU. Petrozavodsk, 2011. P. 15–16.
4. Grigor'ev I.V., Svoikin F.V., Grigor'eva O.I., Nikiforova A.I. Increasing the efficiency of development of marshy forests in the warm period of the year // Povyshenie effektivnosti lesnogo kompleksa: materialy Vtoroj Vseros. nauch.-prakticheskoj konf. s mezhdunar. uchastiem, posvyashch. 65-letiyu vyssh. lesnogo obrazovaniya v Resp. Kareliya. Petrozavodsk: PetrGU, 2016. P. 68–70.
5. Ackerman P., Pulkki R., Gleasure E. Modelling of wander ratios, travel speeds and productivity of cable and grapple skidders in softwood sawtimber operations in South Africa. Southern Forests 2014.76(2). P. 101-110.
6. Kellog L.D. Planning and operational considerations for high quality forestry for sleep ground. In: Special Thinning and Harvesting Planning for Skyline Operations Workshop. Oregon State University, College of Forestry, Corvallis, Oregon 97310, 1997. USA.

7. Kacadze V.A., Birman A.R., Korol'ko N.S., Ugryumov S.A., Svojkin F.V. Modernization of cable cracking plants during development of hard-to-reach forests // *Remont, Vostanovlenie, Modernizatsiya (Repair, Reconditioning, Modernization)*. 2019. № 6. P. 8-11.
8. The forest plan of the Leningrad Region was approved by a resolution of the Governor of the Leningrad Region. № 75-pg; ot 25.12.2018, pril. № 8.
9. Operator's instruction. John Deere 1270E / 1470E. Vypusk 20100501 F074130 (RUSSIAN). Finlyandiya, 2010. 168 p.
10. User Manual. Manual for the operator Rottne N8. SHveciya, 2012. 50 p.
11. User Manual. Manual for the operator Rottne N11S. SHveciya, 2014. 276 p.
12. User Manual. Manual for the operator Rottne N14B. SHveciya, 2013. 282 p.
13. User Manual. Manual for the operator Rottne N20B. SHveciya, 2011. 266 p.
14. Patent na poleznuyu model' № 113917 Ros. Federaciya; «Kanatno-rel'sovaya trelevochnaya ustanovka», vydan 10.03.2013, opubl. v byul. № 7.
15. The patent for useful model No. 173954 the Russian Federation «The device for collecting wood rope and rail trelevochny installation», is issued 21.09.2017, published in bulletin No. 27.