

**Н.С. Королько, Ф.В. Свойкин, А.С. Королько, К.В. Россихин,  
Е.И. Игнатова, И.С. Фролов, О.Н. Леонова, В.Е. Божбов**

### **ПРЕОДОЛЕНИЕ ПОДЪЕМА МОДЕЛЬЮ АВТОНОМНОЙ ШАРНИРНО-СОЧЛЕНЁННОЙ ТРЕЛЁВОЧНОЙ КАРЕТКИ**

*Введение.* В РФ в настоящее время происходит истощение лесосырьевой базы, обладающей запасом ликвидной древесины и транспортной доступностью (развитой транспортной сетью), поэтому технологиям разработки труднодоступных по почвенно-грунтовым и рельефным факторам лесосек (с экономически обоснованным запасом лесных насаждений) в последнее время уделяется всё большее внимание [Кацадзе и др., 2022; Svoikin et al., 2025]. Известно, что одним из перспективных способов освоения таких лесосек является использование для первичной трелёвки канатных трелевочных установок (КТУ) [Свойкин и др., 2023; Svoikin et al., 2023, 2024a; Svoikin et al., 2024]. На таких труднодоступных лесосеках сложной конфигурации применение канатных трелевочных установок с шарнирно-сочленённой кареткой (ШСК) может стать наилучшим (во многих случаях единственным) решением [Свойкин и др., 2024; Svoikin et al., 2024a]. Установлено, что воздействие на грунт при применении КТУ минимально, при этом максимально сохраняется жизнеспособный подрост [Кацадзе и др., 2020; Svoikin et al., 2020, 2024; Svoikin et al., 2024b].

Параллельно развитию теоретических основ и практических рекомендаций (реализованных в технических решениях) ведутся разработки по информатизации технологий лесозаготовки на труднодоступных лесосеках, разработка которых традиционной системой лесных машин затруднена или не представляется возможной [Жук и др., 2025]. В настоящее время на основе математически-программных методов разработан алгоритм построения маршрута трассы волока вокруг препятствий, который может быть использован при проектировании работы канатных установок и актуальных лесных машин [Королько и др., 2025; Svoikin et al., 2024].

*Цель работы.* Для реализации технологии трелёвки древесины по непрямолинейным (криволинейным) волокам необходима разработка

технического решения на основе автономной шарнирно-сочленённой каретки (АШСК). Ввиду отсутствия данных о действующих канатных установках в Северо-западном федеральном округе РФ (СЗФО РФ) и дороговизны изготовления опытного образца в натуральную величину изготовлена радиоуправляемая модель шарнирно-сочленённой каретки в масштабе 1:16. Процесс прохождения каретки по трассе разбит на этапы прохождения по дуге поворотного башмака, спуска и подъема. Данное исследование посвящено этапу прохождения автономной кареткой подъемов.

*Методика исследования.* При планировании и осуществлении исследования применялся имеющийся в данной сфере задел [Спирин, Лавров, 2004; Бойко, Кудеников, 2016; Несетров, 2017; Степченко, Бабич, 2023]. Изготовлен стенд с изменяемым углом подъема.

Задачей исследования является определение зависимости времени прохождения кареткой различных углов подъема с различной скоростью при различной массе груза  $f(v_{\text{угл}}, \alpha, m) = t$ , где  $v_{\text{угл}}$  – угловая скорость ведущих роликов, град./с;  $\alpha$  – угол подъема трассы;  $m$  – масса груза (условной пачки древесины).

Осуществлён подбор максимальной величины угла преодолеваемого подъема при изменении скорости ведущих роликов и массы груза путём изменения каждой переменной от минимальных значений до критических, на которых происходит схождение или остановка каретки.

*Результаты исследования.* Масштаб модели по отношению к потенциальному опытному образцу выбран исходя из ограничений 3D принтера. На каретке установлены синхронизированные электродвигатели с максимальной скоростью 300 об/мин.

Теоретическая линейная скорость перемещения  $V_{\text{max}}$  составляет:

$$V_{\text{max}} = \pi \cdot d \cdot n, \quad (1)$$

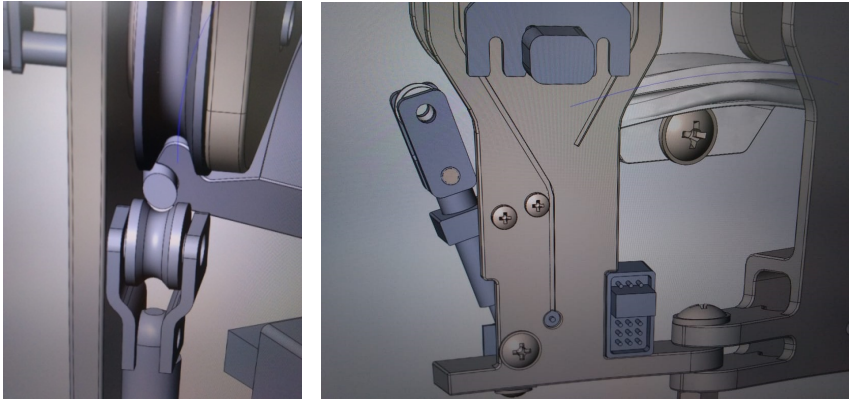
где  $d$  – рабочий диаметр, м;  $n$  – число оборотов.

В результате вычислений получаем значение  $V_{\text{max}}$ :

$$V_{\text{max}} = 3,14 \cdot 0,024 \cdot 5 = 0,37 \text{ м/с.}$$

Таким образом, максимальная линейная скорость без учёта проскальзывания составляет 0,37 м/с при рабочем диаметре колеса 0,024 м.

Для увеличения углов подъема на шарнирно-сочленённую каретку (ШСК) установлены подпорные ролики для прижима каретки к тросу и придания устойчивости. Они показаны на рис. 1.



*Рис. 1. Технические решения при проектировании модели шарнирно-сочленённой каретки*

*Fig. 1. Technical solutions when designing a model of an articulated carriage*

Существенным преимуществом КТУ по сравнению с традиционными решениями для разработки лесосек является возможность применения при любых микроизменениях рельефа местности лесосек (абсолютная лояльность к микрорельефу), дополнительным неоспоримым преимуществом – возможность преодоления водных препятствий, канав, болотистой местности. Эта возможность обеспечивается при монтаже несущего троса на любой высоте (так, в международной практике использование КТУ в первую очередь связано с лесозаготовкой на холмисто-грядовых и горных рельефах). Поскольку возможность преодоления подъемов является существенной технической характеристикой КТУ, оказывающей влияние на их технологическое применение, то установление значений данной характеристики обязательно при испытании новых технологических решений. От значений угла такого подъема зависит дальнейший расчет расстояния между опорами, натяжения несущего каната, превышения между опорами.

Стоит отметить, что проблема преодоления подъемов наиболее актуальна для КТУ с поворотом трасс. Поскольку автономная каретка не предполагает наличия тягового троса, осуществляющего подъем, то на преодоление такого подъёма оказывают влияние характеристики самой каретки и масса перевозимого груза. Эксперимент предполагает возможность преодоления подъема кареткой без груза.

Описание стенда для определения критического значения подъёма каретки. Стенд состоит из: 1. вертикальной опоры; 2. горизонтальной размеченной линейки длиной 1,5 м; 3. троса длиной 3 м; 4. малых тисков (в количестве 2 шт.); 5. каретки; 6. груза. Высота закрепления троса – 1,0 м. Длина горизонтальной линейки – 2,0 м. с разметкой через 0,05 м.

Стенд для определения критического значения подъёма каретки приведен на рис. 2.

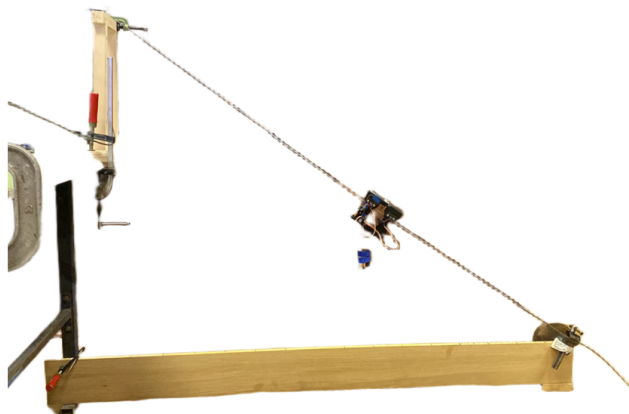


Рис. 2. Стенд для определения критического значения подъёма каретки

Fig. 2. Stand for determining the critical value of carriage lift

Ход определения критического значения подъёма каретки. Путём постепенного сдвига тисков вдоль направляющей линейки происходит укорачивание троса и увеличение угла подъема. Натяжение обеспечивается подвешиванием груза (массой 2,0 кг) на нижние тиски. Расчет угла подъема (тангенс угла подъема  $tg$ ) является отношением противолежащего катета (является постоянным – const) к прилежащему.

Измерение угловой скорости произведено путём замера и нанесения отметок на пульт управления. Измерение массы подвешиваемого груза произведено подбором грузиков и контрольным измерением на весах.

Табл. 1 представляет результаты испытания.

Из табл. 1 следует, что наличие подпорных роликов существенно влияет на величину преодолеваемого подъема, который для пустой каретки может достигать  $70^\circ$ . Также подпорные ролики обеспечивают безопасность конструкции КТУ с АШСК в случае схода.

Таблица 1

**Результаты испытания подъема модели автономной каретки**  
**The results of experiments to determine the maximum angle of carriage lift**

Параметры испытания			
№ п/п	Наименование параметра	Каретка с подпорными роликами	Каретка без подпорных роликов
	1	2	3
1	Значение уклона, °	70°, 67°, 67°, 70°, 70°, 70°, 70°, 70°, 70°	53°, 53°, 58°, 55°, 55°, 55°, 55°, 55°
2	Среднее значение радиусов, м	0,069333	0,054667
3	Среднеквадратичное отклонение, м	0,001323	0,001581
4	Расчётное значение $t_n$ – критерия ( $t_{np}$ ) при погрешности 0,05	2,62	1,729
5	Ближайшее табличное значение ( $t_{mn}$ ) $t_n$ – критерия при $P_\delta = 0,99$	2,059	1,6461
6	Минимально необходимое количество опытов	5	6

*Аналитическая оценка работоспособности канатно-трелевочной установки с поворотом трасс.* С учётом экспериментально установленных критических значений радиусов поворота и уклона под имеющуюся АШСК создан поворотный башмак, который установлен на стенд. На основе субъективных методов произведена оценка работоспособности конструкции КТУ с АШСК и поворотным башмаком.

Установлено, что АШСК может проходить трассу макета в прямом и обратном направлении. Конструкция поворотного башмака позволяет проходить повороты, однако нуждается в доработке и упрощении. В дальнейшем необходимо определить способ закрепления поворотного башмака на опорах с учётом действующих сил. Система может быть использована в качестве прототипа для создания промышленного образца канатно-трелевочной установки.

*Заключение.* В результате произведённых исследований доказана работоспособность конструкции АШСК, получены величины критических значений, установлена наилучшая конструкция комплекса «каретка АШСК – поворотный башмак». Описана модель экспериментальной канатной трелевочной установки с поворотом трассы для оценки работоспособности конструкции. Экспериментально доказана работоспособность комплекса «автономная шарнирно-сочленённая каретка – поворотный башмак». Опи-

сан процесс постановки эксперимента по поиску критических значений радиусов поворота и подъема для кареток различной конструкции. В целях дальнейшего совершенствования конструкции каретки необходимо проведение опытов с различными грузами и различной скоростью движения каретки.

*Конфликт интересов.* Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### **Библиографический список**

*Бойко А.Ф., Кудеников Е.Ю.* Точный метод расчета необходимого количества повторных опытов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №8. С. 128–132.

*Жук К.Д., Свойкин Ф.В., Свойкин В.Ф., Мишура Л.Г., Кабаков В.В., Шкарубо С.Н.* Методы машинного обучения в задаче распознавания и классификации древесных пород // СТИН. 2025. № 4. С. 39-44.

*Кацадзе В.А., Бирман А.Р., Свойкин Ф.В., Свойкин В.Ф., Угрюмов С.А., Королько Н.С., Шошин А.О.* Результаты экспериментальных исследований использования КТУ для первичной вывозки древесины на переувлажненных лесосеках в Республике Беларусь // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2020. № 8. С. 32–36.

*Кацадзе В.А., Свойкин Ф.В., Свойкин В.Ф., Угрюмов С.А.* Обзор современных отечественных решений для транспортного освоения труднодоступных лесосек // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2022. № 3. С. 3–12. DOI:10.31044/1684-2561-2022-0-3-3-12.

*Королько Н.С., Свойкин Ф.В., Рего Г.Э., Королько А.С., Россихин К.В., Кретишин В.И.* Оптимальная схема разработки лесосеки канатной трелёвочной установкой // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2025. Вып. 252. С. 314–334. DOI: 10.21266/2079-4304.2025.252.317-334

*Несетров Н.И.* Планирование и обработка результатов эксперимента: учеб. пособие. СПб., 2017. 141 с.

*Свойкин Ф.В., Свойкин В.Ф., Соколова В.А., Войнаш С.А., Арико С.Е.* Применение канатно-рельсовых дорог для трелевки сортиментов // Лесной журнал. 2023. №5. С. 115-125. DOI: 10.37482/0536-1036-2023-5-115-125.

*Свойкин Ф.В., Королько Н.С., Угрюмов С.А., Россихин К.В.* Построение трассы канатной дороги математически-программными методами // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024. Вып. 250. С. 252-272. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.250.252-272.

*Спирин Н.А., Лавров В.В.* Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента: конспект лекций (отдельные главы учебника для вузов) / под общ. ред. Н.А. Спирина. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. 257 с.

*Степченко Т.А., Бабич О.В.* Результаты научных исследований Брянского государственного университета в 2022 году в сфере создания лесных мобильных

канатных дорог и лесных канатных машин на базе самоходных колесных шасси // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2023. С. 9-27. №1. DOI: 10.22281/2413-9920-2023-09-01-09-27.

*Svoykin F., Sokolova V., Korolko N., Shoshin A.* Constructive solutions to improve cable haulers for development of hard-to-reach cutting areas // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 193. Art. no. 01048. DOI: 10.1051/e3sconf/202019301048.

*Svoikin F., Zhuk K., Svoikin V., Iniesta D.V., Ryapukhin A.* Classification of Tree Species in the Process of Timber-Harvesting Operations Using Machine-Learning Methods // Inventions. 2023. Vol. 8, iss. 2. Art. no. 57. DOI: 10.3390/inventions8020057.

*Svoikin F.V., Svoikin V.F., Rossikhin K.V., Borozna A.A., Taraban M.V., Maksimov P.P., Kovtun M.A.* Modernization of skidding and primary removal of wood in the Vologda Region through the use of relevant domestic solutions // E3S Web of Conferences. 2024a. Vol. 515. Art. no. 03022. DOI: 10.1051/e3sconf/202451503022.

*Svoikin F., Svoikin V., Borozna A., Taraban M., Shavelkin D.* Modernization of cable skidding by finding the boundary conditions // E3S Web of Conferences. 2024b. Vol. 515. Art. no. 02017. DOI: 10.1051/e3sconf/202451502017.

*Svoikin F.V., Korolko N.S., Korolko A.S., Borozna A.A., Sorokin K.E.* Construction of a cable yarding track by mathematical and software methods // E3S Web of Conferences. 2024. Vol. 515. Art. no. 01013. DOI: 10.1051/e3sconf/202451501013.

*Svoykin F.V., Zhuk K.D., Svoikin V.F., Kretinin V.I., Uglova L.A.* Modern domestic solutions and software for Scandinavian logging in Russia under the new economic conditions // BIO Web of Conferences. 2024. Vol. 84. Art. no. 01012. DOI: 10.1051/bioconf/20248401012.

*Svoikin F., Svoikin V., Borozna A., Taraban M., Makarenko A.* Results of studies to determine the pressure on the soil of wheeled logging sites harvesters (VLSH) of middle-small, middle and heavy classes in the natural and production conditions of the Kronoberg County (South of Sweden) // J. For. Res. 2025. Vol. 36. Art. no. 37. DOI: 10.1007/s11676-025-01833-y.

## References

*Boyko A.F., Kudenikov E.Yu.* Accurate method for calculating the required number of repeated experiments. *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*, 2016, no. 8, pp. 128-132. (In Russ.)

*Katsadze V.A., Birman A.R., Svoikin F.V., Svoikin V.F., Ugryumov S.A., Korolko N.S., Shoshin A.O.* Results of experimental studies of the use of CTU for primary removal of wood from waterlogged cutting areas in the Republic of Belarus. *Repair. Recovery. Modernization*, 2020, no. 8, pp. 32-36. (In Russ.)

*Katsadze V.A., Svoikin F.V., Svoikin V.F., Ugryumov S.A.* Review of modern domestic solutions for transport development of hard-to-reach cutting areas. *Remont. Vosstanovlenie. Modernizatsiya*, 2022, no. 3, pp. 3–12. DOI: 10.31044/1684-2561-2022-0-3-3-12. (In Russ.)

*Korolko N.S., Svoikin F.V., Rego G.E., Korolko A.S., Rossikhin K.V., Kretinin V.I.* Optimal scheme for developing a cutting area using a rope skidding installation. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoy Akademii*, 2025, iss. 252, pp. 314–334. DOI: 10.21266/2079-4304.2025.252.317-334. (In Russ.)

*Nesetrov N.I.* Planning and processing of experimental results: manual. St. Petersburg, 2017. 141 p. (In Russ.)

*Spirin N.A., Lavrov V.V.* Methods of planning and processing the results of an engineering experiment: lecture notes (individual chapters of a textbook for universities) / ed. by N.A. Spirin. Yekaterinburg: State Educational Institution of Higher Professional Education USTU-UPI, 2004. 257 p. (In Russ.)

*Stepchenko T.A., Babich O.V.* Results of scientific research of Bryansk State University in 2022 in the field of creation of forest mobile cableways and forest cable machines based on self-propelled wheeled chassis. *Scientific and Technical Bulletin of Bryansk State University*, 2023, no. 1, pp. 9–27. DOI: 10.22281/2413-9920-2023-09-01-09-27. (In Russ.)

*Svoikin F., Sokolova V., Korolko N., Shoshin A.* Constructive solutions to improve cable haulers for development of hard-to-reach cutting areas. *E3S Web of Conferences*, 2020, vol. 193, art no. 01048. DOI:10.1051/e3sconf/202019301048.

*Svoikin F.V., Svoikin V.F., Sokolova V.A., Voinash S.A., Ariko S.Ye.* Application of Cable-Railways for Timber Skidding. *Lesnoy Zhurnal*, 2023, no. 5, pp. 115–125. DOI: 10.37482/0536-1036-2023-5-115-125. (In Russ.)

*Svoikin F., Zhuk K., Svoikin V., Iniesta D.V., Ryapukhin A.* Classification of Tree Species in the Process of Timber-Harvesting Operations Using Machine-Learning Methods. *Inventions*, 2023, vol. 8, iss. 2, art. no. 57. DOI: 10.3390/inventions8020057.

*Svoikin F.V., Ugryumov S.A., Korolko N.S., Rossikhin K.V.* Construction of a cable car route using mathematical and software methods. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoy Akademii*, 2024, iss. 250, pp. 252–272. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.250.252-272. (In Russ.)

*Svoikin F.V., Svoikin V.F., Rossikhin K.V., Borozna A.A., Taraban M.V., Maksimov P.P., Kovtun M.A.* Modernization of skidding and primary removal of wood in the Vologda Region through the use of relevant domestic solutions. *E3S Web of Conferences*, 2024a, vol. 515, art. no. 03022. DOI: 10.1051/e3sconf/202451503022.

*Svoikin F., Svoikin V., Borozna A., Taraban M., Shavelkin D.* Modernization of cable skidding by finding the boundary conditions. *E3S Web of Conferences*, 2024b, vol. 515, art. no. 02017. DOI: 10.1051/e3sconf/202451502017.

*Svoikin F.V., Korolko N.S., Korolko A.S., Borozna A.A., Sorokin K.E.* Construction of a cable yarding track by mathematical and software methods. *E3S Web of Conferences*, 2024, vol. 515, art. no. 01013. DOI: 10.1051/e3sconf/202451501013.

*Svoikin F.V., Zhuk K.D., Svoikin V.F., Kretinin V.I., Uglova L.A.* Modern domestic solutions and software for Scandinavian logging in Russia under the new

economic conditions. *BIO Web of Conferences*, 2024, vol. 84, art. no. 01012. DOI:10.1051/bioconf/20248401012.

*Svoikin F., Svoikin V., Borozna A., Taraban M., Makarenko A.* Results of studies to determine the pressure on the soil of wheeled logging sites harvesters (VLSH) of middle-small, middle and heavy classes in the natural and production conditions of the Kronoberg County (South of Sweden). *J. For. Res.*, 2025, vol. 36, art. no. 37. DOI: 10.1007/s11676-025-01833-y.

*Zhuk K.D., Svoikin F.V., Svoikin V.F., Mishura L.G., Kabakov V.V., Shkarubo S.N.* Machine learning methods in the problem of recognition and classification of tree species. *STIN*, 2025, no. 4, pp. 39-44. (In Russ.)

*Материал поступил в редакцию 16.01.2025*

---

**Королько Н.С., Свойкин Ф.В., Королько А.С., Россихин К.В., Игнатова Е.И., Фролов И.С., Леонова О.Н., Божбов В.Е.** Преодоление подъёма моделью автономной шарнирно-сочлененной трелевочной каретки // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2026. Вып. 257. С. 381–392. DOI: 10.21266/2079-4304.2026.257.381-392

Приведено обоснование разработки технического решения на основе автономной шарнирно-сочленённой каретки. Изготовлена радиоуправляемая модель шарнирно-сочленённой каретки в масштабе 1:16. Процесс прохождения каретки по трассе разбит на этапы прохождения по дуге поворотного башмака, спуска и подъема. Исследование посвящено этапу прохождения автономной кареткой подъемов. Определены зависимости времени прохождения кареткой различных углов подъема с различной скоростью при различной массе груза. Осуществлён подбор максимальной величины угла преодолеваемого подъема при изменении скорости ведущих роликов и изменении массы груза. Приведены стенд и ход определения критического значения подъема каретки. Сделаны выводы о влиянии подпорных роликов на величину преодолеваемого подъема.

Ключевые слова: канатная трелёвка, канатные трелевочные установки, поворот трассы канатной дороги, подъем, автономная шарнирно-сочлененная каретка, поворотный башмак, стенд, критическое значение, угловая скорость, подпорные ролики.

**Korolko N.S., Svoikin F.V., Korolko A.S., Rossikhin K.V., Ignatova E.I., Frolov I.S., Leonova O.N., Bozhbov V.E.** Overcoming a slope with a model of an autonomous articulated skidder. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2026, iss. 257, pp. 381–392 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2026.257.381-392

The paper provides a rationale for developing a technical solution based on an autonomous articulated carriage. A radio-controlled model of an articulated carriage at a scale of 1:16 has been manufactured. The process of the carriage passing along the

track is divided into the stage of passing along the arc of the rotary shoe, descent and ascent. The study is devoted to the stage of the autonomous carriage passing ascents. The dependences of the time of passage of the carriage of various angles of ascent at different speeds with different masses of the load are determined. The maximum value of the angle of the overcome ascent is selected, with a change in the speed of the drive rollers and a change in the mass of the load. A stand and the process of determination for determining the critical value of the carriage ascent are provided. Conclusions are given on the effect of the support rollers on the value of the overcome ascent.

**Key words:** rope skidding, rope skidding installations, ropeway route turn, lifting, autonomous articulated carriage, turning shoe, stand, critical value, angular velocity, support rollers.

---

**КОРОЛЬКО Николай Сергеевич** – и.о. главного лесничего СПб ГКУ «Курортный лесопарк», кандидат технических наук.

195197, Лабораторная ул., д. 15, корп. 2Б, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: kns891ta@mail.ru

**KOROLKO Nikolay S.** – PhD (Technical), Acting Chief Forester of the St. Petersburg State Institution "Resort Forest Park".

195197. Laboratornaya str. 15. Bldg. 2B. St. Petersburg. Russia. E-mail: kns891ta@mail.ru

**СВОЙКИН Федор Владимирович** – доцент кафедры компьютерной графики и информационного права Санкт-Петербургского государственного морского технического университета, кандидат технических наук. SPIN-код: 8938-6910. ResearcherID: AAC-4074-2020. ORCID: 0000-0002-8507-9584.

190121, ул. Лоцманская, д. 3, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: svoykin\_fv@mail.ru

**SVOIKIN Fedor V.** – PhD (Technical), Associate Professor, Department of Computer Graphics and Information Law, Saint Petersburg State Marine Technical University. SPIN-code: 8938-6910. ResearcherID: AAC-4074-2020. ORCID: 0000-0002-8507-9584.

190121. Lotsmanskaya str. 3. St. Petersburg. Russia. E-mail: svoykin\_fv@mail.ru

**КОРОЛЬКО Александр Сергеевич** – аспирант Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова.

194021, Институтский пер., д. 5, лит. У, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: korolko2008@mail.ru

**KOROLKO Aleksandr S.** – PhD student, St. Petersburg State Forest Technical University.

194021. Institute per. 5. Let. U. St. Petersburg. Russia. E-mail: korolko2008@mail.ru

**РОССИХИН Кирилл Вадимович** – аспирант Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова.

194021, Институтский пер., д. 5, лит. У, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: krossihin@gmail.com

**ROSSIKHIN Kirill V.** – PhD student, St.Petersburg State Forest Technical University.

194021. Institute per. 5. Let. U. St. Petersburg. Russia. E-mail: krossihin@gmail.com

**ИГНАТОВА Елена Ивановна** – заведующий кафедрой компьютерной графики и информационного права Санкт-Петербургского государственного морского технического университета, кандидат технических наук. SPIN-код: 4064-8597. ORCID: 0000-0003-3121-037X.

190121, ул. Лоцманская, д. 3, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: ignatova22@mail.ru

**IGNATOVA Elena I.** – PhD (Technical), Head of the Department of Computer Graphics and Information Law, Saint Petersburg State Marine Technical University. SPIN-code: 4064-8597. ORCID: 0000-0003-3121-037X.

190121. Lotsmanskaya str. 3. St. Petersburg. Russia. E-mail: ignatova22@mail.ru

**ФРОЛОВ Иван Сергеевич** – доцент кафедры компьютерной графики и информационного права Санкт-Петербургского государственного морского технического университета, кандидат технических наук. SPIN-код: 6011-5049. ORCID: 0000-0002-6738-2993.

190121, ул. Лоцманская, д. 3, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: frolovtrubach@mail.ru

**FROLOV Ivan S.** – PhD (Technical), Associate Professor, Department of Computer Graphics and Information Law, Saint Petersburg State Marine Technical University. SPIN-code: 6011-5049. ORCID: 0000-0002-6738-2993.

190121. Lotsmanskaya str. 3. St. Petersburg. Russia. E-mail: frolovtrubach@mail.ru

**ЛЕОНОВА Ольга Николаевна** – доцент кафедры начертательной геометрии и инженерной графики Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, кандидат технических наук. SPIN-код: 7241-4245. ResearcherID: ABB-1236-2021. ORCID: 0000-0001-6016-1680.

190005, 2-я Красноармейская ул., д. 4, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: onl60mail.ru

**LEONOVA Olga N.** – PhD (Technical), Associate Professor, Department of Descriptive Geometry and Engineering Graphics, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. SPIN-code: 7241-4245. ResearcherID: ABB-1236-2021. ORCID: 0000-0001-6016-1680.

190005, 2nd Krasnoarmeyskaya str. 4. St. Petersburg, Russia. E-mail: onl60@mail.ru

**БОЖБОВ Владимир Евгеньевич** – доцент кафедры геодезии, землеустройства и кадастров Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова. SPIN-код: 1820-4686. ORCID: 0000-0003-0881-2911.

194021, Институтский пер., д. 5, лит. У, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: v-b@mail.ru

**BOZHBOV Vladimir E.** – Associate Professor, Department of Geodesy, Land Management and Cadastre, St.Petersburg State Forest Technical University. SPIN-code: 1820-4686. ORCID: 0000-0003-0881-2911.

194021, Institute per. 5. Let. U. St. Petersburg, Russia. E-mail: v-b@mail.ru