

**Н.А. Тюрин, Л.Я. Громская, Т.С. Антонова, О.В. Зубова, В.В. Силецкий**

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРНО-ХИМИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ**

*Введение.* Одной из проблем, сдерживающей развитие лесного комплекса, является недостаточная эффективность системы охраны и защиты лесов, разобщенность лесопожарных сил. Совокупный ущерб от воздействия всех неблагоприятных факторов на леса значительно превышает величину общих расходов на их охрану, защиту и воспроизводство. До настоящего времени в большинстве субъектов Российской Федерации отсутствует комплексное противопожарное обустройство территорий, обустройство земель различных категорий производится по нормативам, которые не согласуются между собой. Особое значение повышения доступности для тушения лесных пожаров имеет состояние лесной инфраструктуры и прежде всего наличие лесных дорог.

Охрана лесов от пожаров, загрязнения и иного негативного воздействия осуществляется в соответствии с федеральными и региональными нормативно-правовыми актами<sup>1</sup>. Несмотря на развитие противопожарной

---

<sup>1</sup> Лесной кодекс Российской Федерации № 200-ФЗ от 04.12.2006 г. (ред. от 03.08.2018 г.) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2019 г.); Постановление от 5 июня 2013 г. № 476 об утверждении «Положения о федеральном государственном пожарном надзоре в лесах»; Постановление Правительства Российской Федерации № 281 от 16.04.2011 г. «О мерах противопожарного обустройства лесов»; Постановление Правительства РФ от № 343 от 05.05.2011 г. «О внесении изменений в Правила пожарной безопасности в лесах»; Постановление Правительства РФ № 377 от 17.05.2011 г. (ред. от 09.04.2016 г.) «Об утверждении Правил разработки и утверждения плана тушения лесных пожаров и его формы»; Постановление Правительства РФ № 417 от 30.06.2007 г. (ред. от 18.08.2016 г.) «Об утверждении Правил пожарной безопасности в лесах»; Приказ Минприроды России № 313 от 08.07.2014 г. (ред. от 16.02.2017 г.) «Об утверждении Правил тушения лесных пожаров» (Зарегистрировано в Минюсте России № 33484 от 08.08.2014 г.); Приказ Минприроды России № 276 от 23.06.2014 г. (ред. от 01.06.2016 г.) «Об утверждении Порядка осуществления мониторинга пожарной опасности в лесах и лесных пожаров» (Зарегистрировано в Минюсте России № 33144 от 17.07.2014 г.); Приказ Минприроды России от № 161 от 28.03.2014 г. (ред. от 16.05.2018 г.) «Об утверждении видов средств предупреждения и тушения

техники и совершенствование способов тушения, охрана лесов от пожаров является одной из актуальнейших задач лесной отрасли. Пожарная безопасность лесов предусматривает приведение лесов в состояние, при котором снижается до минимума вероятность возникновения лесного пожара и его распространения и обеспечиваются условия для ликвидации возникающих очагов горения.

Необходимыми условиями успешной ликвидации любого пожара являются его раннее обнаружение: доставка команды к очагу горения в возможно сжатые сроки и активная борьба с огнем, обеспечивающая минимальный прирост его периметра за время тушения. В соответствии с Методическими рекомендациями по применению сил и средств для тушения лесных пожаров (утв. МЧС России № 2-4-87-9-18 от 16.07.2014 г.), районы применения наземных сил и средств пожаротушения устанавливаются в лесах, расположенных на территориях с развитой дорожной сетью, на которые прибытие наземных сил и средств пожаротушения возможно в течение 3 часов с момента обнаружения лесного пожара независимо от погодных условий.

Основными территориальными структурными подразделениями в лесах на землях лесного фонда в районах применения наземных сил и средств пожаротушения являются пожарно-химические станции. Пожарно-химические станции (ПХС) являются специализированными структурными подразделениями, организуемыми в лесхозах, в том числе лесхозах – техникумах, опытных и других специализированных лесхозах, национальных парках, государственных природных заповедниках федерального ор-

---

лесных пожаров, нормативов обеспеченности данными средствами лиц, использующих леса, норм наличия средств предупреждения и тушения лесных пожаров при использовании лесов» (Зарегистрировано в Минюсте России № 33456 от 05.08.2014 г.); Приказ Рослесхоза № 167 от 19.12.1997 г. «Об утверждении положения о пожарно-химических станциях»; Приказ Рослесхоза № 174 от 27.04.2012 г. «Об утверждении нормативов противопожарного обустройства лесов»; Приказ Рослесхоза № 287 от 05.07.2011 г. «Об утверждении Классификации природной пожарной опасности лесов и Классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды»; Распоряжение Правительства РФ № 1283-р от 17.07.2012 г. О перечне объектов лесной инфраструктуры для защитных лесов, эксплуатационных лесов и резервных лесов; Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» № 68-ФЗ от 21.12.1994 г.; Федеральный закон «О пожарной безопасности» № 69-ФЗ от 21.12.1994 г.; Федеральный закон «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10.01.2002 г.

гана управления лесным хозяйством, а также лесопользователями, с целью предупреждения, своевременного обнаружения, ограничения распространения и ликвидации лесных пожаров (Приказ Рослесхоза № 167 от 19.12.1997 г.). В положении о ПХС приведена примерная структура и численность команд ПХС и примерный перечень пожарной техники, оборудования, инвентаря, средств связи, оснастки и вспомогательных материалов, закрепляемых за ПХС в зависимости от их типов. Таким образом, ПХС – специализированное подразделение, оснащенное лесопожарной техникой, транспортными средствами, средствами тушения и специально подготовленными командами (бригадами) лесных пожарных. Именно ПХС может наиболее быстро среагировать, обнаружить и локализовать пожар. Это обуславливает необходимость научно-обоснованного проектирования ПХС и особенно в лесах с высокой степенью пожарной опасности.

Обзор нормативной документации и научных исследований показывает, что разработаны комплексы организационно-технических мероприятий, направленные на предупреждение, возникновение и распространение лесных пожаров, обеспечение их своевременного обнаружения и ликвидации. Например, в работе [Матвеева, 2016] приводится сравнительный анализ эколого-экономической эффективности ПХС. В статье [Коршунов, 2017] представлены результаты исследования по расчету нормативов обеспеченности субъекта Российской Федерации лесопожарными формированиями, пожарной техникой и оборудованием, противопожарным снаряжением и инвентарем, иными средствами предупреждения тушения лесных пожаров. Авторы ссылаются на Приказ Министерства природных ресурсов и экологии от 08.07.2014 № 313 «Об утверждении правил тушения лесных пожаров», по которому местоположение лесопожарных формирований и их структурных подразделений должно обеспечивать регламентированное время прибытия команд или групп на лесной пожар. За каждым лесничеством, где выделен район наземного применения сил и средств пожаротушения, предлагается закрепление лесопожарных формирований районного, межрайонного уровней или их структурные подразделения.

Бесспорно, эколого-экономические аспекты и оптимизация технического оснащения лесопожарных групп важны при проектировании ПХС, но при этом отсутствует обоснование рационального территориального размещения станций ПХС. Как правило, их размещают субъективно в населенных пунктах размещения центрального или участкового лесничеств, руководствуясь нормативными требованиями по площади территории, обслуживаемой ПХС. При этом практически не учитывается класс

природной пожарной безопасности охраняемых лесов, наличие и состояние лесной транспортной инфраструктуры и нормативы времени доставки сил и средств пожаротушения при возникновении пожара.

*Цель исследования* – разработка математической модели и методики оптимизации территориального размещения ПХС.

В соответствии с Приказами Рослесхоза: № 167 от 19.12.1997 г.; № 174 от 27.04.2012 г.; № 287 от 5.07.2011 г. для обеспечения оперативной ликвидации лесного пожара в районах применения наземных сил и средств пожаротушения силами группы (до 10 человек) с пожарной техникой и оборудованием, подразделение лесопожарной организации обязано прибыть на место лесного пожара и приступить к его тушению в лесах:

а) отнесенных к 1-му классу природной пожарной опасности лесов – не позднее одного часа после обнаружения пожара;

б) отнесенных ко 2-му классу природной пожарной опасности лесов – не позднее двух часов после обнаружения пожара;

в) отнесенных к 3-5-м классам природной пожарной опасности лесов – не позднее трех часов после обнаружения пожара.

Очевидно, что при возникновении лесного пожара именно время, потраченное на прибытие для его ликвидации, играет важнейшую роль. Чем раньше подразделение лесопожарной организации прибывает на место, тем быстрее будет ликвидирована опасная ситуация и, как следствие, потери леса будут меньше. Именно поэтому вопрос, где будет располагаться ПХС, требует особого внимания.

*Методика исследования.* Задача оптимального месторасположения ПХС сводится к определению ее места размещения на территории лесничества (лесопарка) с целью минимизации расстояния доставки сил и средств на лесной пожар при удовлетворении нормативных ограничений на время прибытия, в зависимости от класса природной пожарной опасности лесов.

Целевая функция будет характеризовать сумму расстояний от ПХС до участков леса, дифференцированных по классам природной пожарной опасности, которая должна быть минимальной. Рассчитать сумму расстояний между всеми охраняемыми участками и ПХС можно по формуле

$$S = \sum_{i=1}^n k_i \sqrt{(x_0 - x_i)^2 + (y_0 - y_i)^2}, \quad (1)$$

где  $S$  – сумма расстояний между всеми лесными участками и ПХС;  $x_0, y_0$  – координаты расположения ПХС;  $x_i, y_i$ , – координаты расположения участков

леса, отнесенных к разным классам природной пожарной опасности;  $k_i$  – коэффициент удлинения доставки сил и средств пожаротушения с учетом существующих лесных дорог;  $n$  – количество участков.

Коэффициент удлинения определяется по формуле

$$k_i = \frac{l_i^t}{l_i^v}, \quad (2)$$

где  $l_i^t$  – расстояние доставки от точки местоположения ПХС до  $i$ -го объекта охраны по существующей транспортной сети, км;  $l_i^v$  – воздушное расстояние от центра охраняемого  $i$ -го объекта до ПХС.

Пусть имеется охраняемый лесной массив, для которого необходимо найти оптимальное положение ПХС. Массив содержит  $n$  – участков леса природной пожарной опасности 1-го класса,  $m$  – участков леса природной пожарной опасности 2-го класса и  $l$  – участков леса природной пожарной опасности 3-5-х классов.

Задача оптимизации территориального размещения ПХС заключается в том, чтобы найти такие координаты  $x_0, y_0$ , которые обеспечивали бы минимум суммы расстояний от станции до объектов охраны и соблюдение нормативов времени доставки сил и средств пожаротушения до участков леса, соответствующих классам их природной пожарной опасности с учетом существующей противопожарной транспортной инфраструктуры.

Математическая модель задачи будет иметь следующий вид:

$$\sum_{i=1}^n k_i \sqrt[2]{(x_0 - x_i)^2 + (y_0 - y_i)^2} + \sum_{j=1}^m k_j \sqrt[2]{(x_0 - x_j)^2 + (y_0 - y_j)^2} + \sum_{k=1}^l k_k \sqrt[2]{(x_0 - x_k)^2 + (y_0 - y_k)^2} \rightarrow \min; \quad (3)$$

$$\frac{k_i \sqrt[2]{(x_0 - x_i)^2 + (y_0 - y_i)^2}}{v} \leq 1, \quad i = 1 \dots n; \quad (4)$$

$$\frac{k_j \sqrt[2]{(x_0 - x_j)^2 + (y_0 - y_j)^2}}{v} \leq 2, \quad j = 1 \dots m; \quad (5)$$

$$\frac{k_k \sqrt[2]{(x_0 - x_k)^2 + (y_0 - y_k)^2}}{v} \leq 3, \quad k = 1 \dots l. \quad (6)$$

где  $x_0, y_0$  – координаты расположения ПХС;  $x_i, y_i$ , – координаты расположения участков леса, отнесенных к первому классу природной пожарной

опасности лесов;  $x_j, y_j$  – координаты расположения участков леса, отнесенных ко второму классу природной пожарной опасности лесов;  $x_k, y_k$  – координаты расположения участков леса, отнесенных к третьему, четвертому и пятому классам природной пожарной опасности лесов;  $k_i, k_j, k_k$  – коэффициенты удлинения доставки сил и средств пожаротушения от ПХС до охраняемых объектов соответствующих классов природной пожарной опасности;  $v$  – скорость доставки сил и средств пожаротушения, км/ч.

Здесь равенство (3) – это целевая функция, характеризующая сумму расстояний от станции ПХС до охраняемых участков леса, а уравнения (4)–(6) – ограничения на время реагирования доставки сил и средств пожаротушения до лесных участков соответственно 1-й, 2-й и 3-5-й категорий природной пожарной опасности.

При выборе оптимального месторасположения ПХС возможна ситуация, что в данном месте невозможно ее разместить (например, заболоченность территории, удаленность от населенных пунктов, дорог и т. п.). Тогда необходимо добавить следующее ограничение: ПХС не должен располагаться на территории, не соответствующей для размещения. Запишем это ограничение в следующем виде:

$$(x_g^1 - x_0)(x_g^2 - x_0)(y_g^1 - y_0)(y_g^2 - y_0) \leq 0, \quad (7)$$

где  $x_g^1, x_g^2, y_g^1, y_g^2$  – координаты территории, не соответствующей требованиям для размещения станции.

Задача оптимального месторасположения станции ПХС может быть решена с использованием метода нелинейного программирования в надстройке MS Excel «Поиск решения» и геоинформационных технологий в следующей последовательности.

1. Решением оптимизационной модели (3)–(7), находят координаты оптимального положения ПХС без учета существующей транспортной сети, приняв единичное значение всех коэффициентов удлинения  $k_{ijk} = 1$ .

2. Полученные координаты станции  $x_0, y_0$  наносят на карту и рассчитывают коэффициенты удлинения с учетом использования существующих лесных дорог для доставки сил и средств пожаротушения по формуле (2).

3. Вновь рассчитать оптимальные координаты станции по оптимизационной модели (3)–(7) и нанести на карту точку положения ПХС теперь уже с учетом существующей транспортной сети региона.

4. Вблизи точки найденного оптимального положения ПХС рассматривают все населенные пункты на возможность размещения в них станции

с учетом других, дополнительных факторов и принимают окончательное решение.

В качестве примера реализации предложенной методики рассчитаем оптимальное положение противопожарной химической станции для условий учебно-опытного лесничества Ленинградской области (Лисинская часть лесничества – б. Лисинский учебно-опытный лесхоз). Карта-схема лесничества по классам пожарной опасности и оптимальное расчетное положение станции представлены на рис 1.

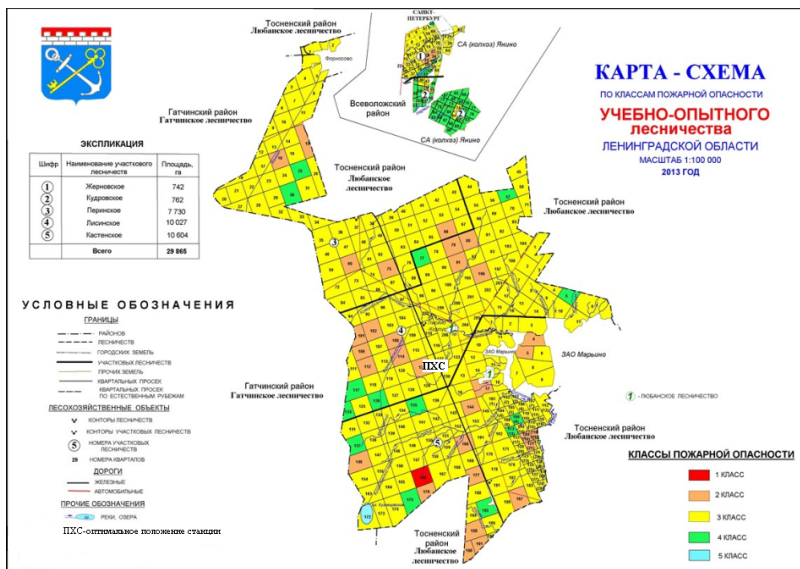


Рис. 1. Схема лесов по классам пожарной опасности учебно-опытного лесничества Ленинградской области

Fig. 1. Forest scheme by fire hazard classes of educational and experimental forestry of the Leningrad region

Фрагмент реализации оптимизационной модели в MS Excel «Поиск решения» представлен на рис. 2.

При размещении станции ПХС в близлежащих населенных пунктах целевая функция будет иметь следующее значение, представленное на рис. 3.

	A	B	D	E	F	G	H
1	Оптимизация размещения противопожарной химической станции						
2	Координаты противопожарной химической станции			Целевая функция			
3	x=	14,00	6,85	309,2000114			
4	Координаты центра квартала			Категория опасно	Время джо	Норма времени	
7	166	13,00	3,10	1	0,47	1,0	
8	18	8,50	13,00	2	1,17	2,0	
9	15	9,35	13,40	2	1,12	2,0	
10	60	10,75	9,65	2	0,61	2,0	
11	66	13,8	10,75	2	0,41	2,0	
12	75	12,00	9,50	2	0,47	2,0	
13	79	14,00	10,25	2	0,34	2,0	
14	80	14,50	10,40	2	0,41	2,0	
15	91	14,20	9,75	2	0,31	2,0	
16	196	14,90	9,35	2	0,34	2,0	
17	101	11,00	7,50	2	0,37	2,0	
18	102	11,50	7,65	2	0,33	2,0	
19	106	11,15	7,00	2	0,30	2,0	
20	108	12,25	7,80	2	0,27	2,0	
21	112	11,25	6,50	2	0,31	2,0	
22	114	12,35	6,85	2	0,17	2,0	
23	121	13,00	6,50	2	0,13	2,0	

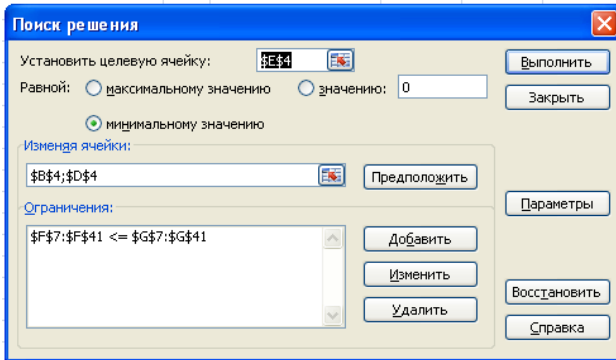


Рис. 2. Фрагмент реализации оптимизационной модели в MS Excel «Поиск решения»

Fig. 2. A fragment of the implementation of the optimization model in MS Excel «Search of solution»

Следует отметить, что при размещении ПХС не в оптимальном месте не только увеличивается суммарная протяженность расстояний до объектов охраны, но и, кроме варианта размещения в опытном лесничестве, не выполняются нормативы по времени доставки сил и средств пожаротушения до отдельных объектов (кварталов).

При решении данных задач может возникнуть ситуация отсутствия решения, когда опасные по природной пожарной опасности участки леса будут располагаться слишком далеко друг от друга и время реагирования



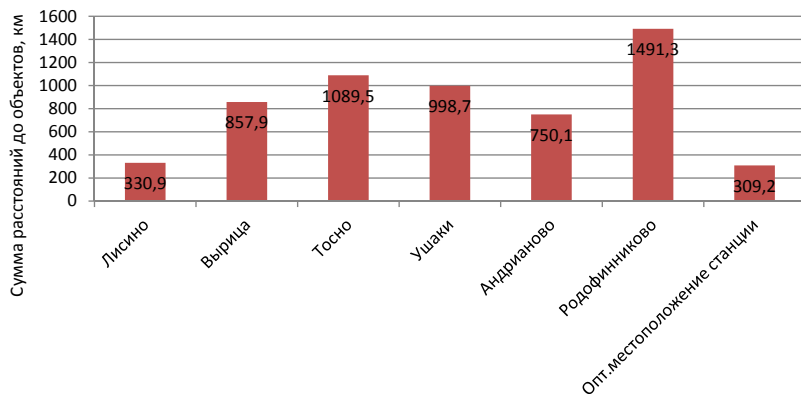


Рис. 3. Сумма расстояний до объектов охраны при обосновании местоположения пожарной химической станции

Fig. 3. The sum of the distances to the objects of protection in the justification of the location of the fire chemical stations

на пожар с одной ПХС будет превышать допустимые нормативные пределы. В этом случае необходимо размещение более чем одной станции ПХС, соотносясь с природными и транспортными условиями региона. Предварительно, в зависимости от конфигурации лесного массива, границ лесничеств, наличия естественных границ (рек, озер, болот и пр.) и географии сети автодорог, необходимо разделить рассматриваемый лесной массив на две области, каждая из которых будет обслуживаться отдельной ПХС. Далее следует найти их оптимальное местоположение в соответствии с вышеприведенной методикой.

*Результаты исследования и выводы.* Своевременная доставка сил и средств пожаротушения во многом зависит от территориального размещения ПХС. Выбор их местоположения не должен носить спонтанный, субъективный, необоснованный характер. Использование изложенного в этой работе подхода позволяет учесть существующую транспортную инфраструктуру, научно обеспечить определение оптимального по критерию минимума расстояния доставки сил и средств пожаротушения территориального размещения станций ПХС. Предложенная методика может быть рекомендована для проектирования регионального противопожарного обустройства лесов. Выбор местоположения ПХС является основой проектирования противопожарной транспортной инфраструктуры. После выбора местоположения на существующей транспортной сети следует проектирование дополнительных лесных дорог противопожарного назначения.

### Библиографический список

Кориунов Н.А., Савченкова В.А., Провин К.Н. Оценка минимальных требований по техническому оснащению лесопожарных групп // Вестник Красноярского государственного университета. 2017. Вып. 9. С. 63–69.

Матвеева А.А., Рулев А.С. Эколого-экономические аспекты проектирования региональной сети ПХС для регулирования пожароопасной обстановки // Вестник АПК Ставрополя. 2016. № 3 (23). С. 251–255.

### References

Korshunov N.A., Savchenkova V.A., Provin K.N. Otsenka minimal'nykh trebovaniy po tekhnicheskomu osnashheniyu lesopozharnykh grupp [The assessment of minimum requirements to forest fire fighting groups technical equipment]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2017, is. 9, pp. 63–69.

Matveeva A.A., Rulev A.S. Ekhologo-ehkonomicheskie aspekty proektirovaniya regional'noj seti PKHS dlya regulirovaniya pozharoопасnoj obstanovki [Ecological and economic aspects of design regional network of fcs for the regulation of fire hazardous situation]. *Vestnik APK Stavropol'ya*, 2016, no. 3 (23), pp. 251–255.

*Материал поступил в редакцию 04.04.2019 г.*

---

**Тюрин Н.А., Громская Л.Я., Антонова Т.С., Зубова О.В., Силецкий В.В.** Оптимизация территориального размещения лесных пожарно-химических станций // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2019. Вып. 227. С. 224–235. DOI: 10.21266/2079-4304.2019.227.224-235

В статье рассматривается вопрос размещения лесных пожарно-химических станций с целью минимизации времени прибытия к месту тушения лесных пожаров. Предложена математическая модель и методика рационального территориального местоположения пожарно-химических станций, которая позволяет найти такие координаты местоположения пожарно-химической станции, которые обеспечивают минимум расстояний от станции до объектов охраны и соблюдение нормативов времени доставки сил и средств пожаротушения до участков леса, соответствующих классам их природной пожарной опасности с учетом транспортной инфраструктуры. Задача оптимизации решена методом нелинейного программирования в надстройке MS Excel «Поиск решения» на примере учебно-опытного лесничества Ленинградской области. Предложенная методика может быть рекомендована для проектирования регионального противопожарного обустройства лесов и проектирования лесной инфраструктуры, в том числе лесных дорог противопожарного назначения.

**Ключевые слова:** лесные пожары, лесная пожарно-химическая станция, лесная инфраструктура, лесные дороги.

**Tjurin N.A., Gromskaya L.Ya., Antonova T.S. Zubova O.V., Siletskiy V.V.** Optimization location of forest fire stations. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehnicoskoj Akademii*, 2019, is. 227, pp. 224–235 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2019.227.224-235

The article deals with the placement of forest fire-chemical stations in order to minimize the time of arrival at the place of extinguishing forest fires. A mathematical model and method of rational territorial location of fire-chemical stations, which allows you to find such coordinates of the fire-chemical station location, which provide a minimum amount of distances from the station to the objects of protection and compliance with the standards of the delivery time of forces and fire-fighting equipment to the forest areas corresponding to the classes of their natural fire danger, taking into account the transport infrastructure. The optimization problem is solved by the method of nonlinear programming in the add-in MS Excel «Solver» on the example of the experimental forestry in Leningrad region. The method can be recommended for the design of regional fire-fighting arrangement of forests, for the forest infrastructure design, including forest fire roads.

**Key words:** forest fires, forest fire station, forest infrastructure, forest roads.

---

**ТЮРИН Николай Александрович** – профессор кафедры промышленного транспорта Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, кандидат технических наук.

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

**TURIN Nikolaj A.** – PhD (Technical), Professor of the Department of Industrial Transport St.Petersburg State Forest Technical University.

194021. Institute per. 5. St. Peterburg. Russia. E-mail: tnalif@mail.ru

**ГРОМСКАЯ Любовь Яковлевна** – доцент кафедры промышленного транспорта Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, кандидат технических наук.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: gromskaya.stl@gmail.com

**GROMSKAYA Lyubov Ya.** – PhD (Technical), Associate Professor of the Department of Industrial Transport St.Petersburg State Forest Technical University.

194021. Institute per. 5. St. Peterburg. Russia. E-mail: gromskaya.stl@gmail.com

**АНТОНОВА Татьяна Степановна** – доцент кафедры промышленного транспорта Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, кандидат технических наук.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: antonova.stl@mail.ru

**ANTONOVA Tatiana S.** – PhD (Technical), Associate Professor of the Department of Industrial Transport St.Petersburg State Forest Technical University.  
194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: antonova.stl@mail.ru

**ЗУБОВА Оксана Викторовна** – доцент кафедры промышленного транспорта Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, кандидат технических наук.  
194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: ok\_z19@mail.ru

**ZUBOVA Oksana V.** – PhD (Technical), Associate Professor, St.Petersburg State Forest Technical University.  
194021. Institute per. 5. St. Peterburg. Russia. E-mail: ok\_z19@mail.ru

**СИЛЕЦКИЙ Вадим Витальевич** – студент Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова  
194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: lol.spairo@yandex.ru

**SILETSKIY Vadim V.** – student, St.Petersburg State Forest Technical University.  
194021. Institute per. 5. St. Peterburg. Russia. E-mail: lol.spairo@yandex.ru