

Early Fire Detection and Forest Fires Operational Fighting - Important Factors in Reducing Forest Fires in Russia and Slovakia

Своевременное обнаружение возгораний и их оперативная ликвидация – важнейшие факторы снижения горимости лесов в России и Словакии

Alexandr Smirnov¹, Alexej Smirnov¹, Andrea Majlingova^{2*}

¹ Saint-Petersburg State Forest Technical University, Department of Forest Management, Institutskiy Pereulok 5, 194021 Saint-Petersburg, Russia; frontera12@gmail.com

² Technical University in Zvolen, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovak Republic; majlingova@tuzvo.sk

* Corresponding author: majlingova@tuzvo.sk

Review

Received: November 29, 2018; Accepted: December 08, 2018; Published: December 31, 2018

Abstract

The decisive factor in reducing the forest fires extent is an early detection of fires, along with prompt extinguishing of fires. The paper focuses on the importance of early fire detection systems implementation, as the proven efficient fire preventive measure. To support the decision to deploy them, the authors used the fire statistic data coming as from Russia, especially Peterburg region, as from Slovakia. As a result of the early fire detection systems launching, the extent of fires in the monitored regions has sharply decreased. It is evident mostly from the Peterburg fire statistic data, because the early fire detection systems have been launched already in 2009, while in Slovakia only in 2017. Nowadays, the average area of a fire does not exceed 1 ha and fires are extinguished in one day. In general, the cost-effectiveness of implementing these systems increases every year. When compared the data on fire number and fire burned area in Russia and in Slovakia, we found that the number of fires in Slovakia, as a rule, is less than in Russia and especially in the Peterburg region. The average fire area in Slovakia is also less than in Russia and in the Peterburg region. The extent of coniferous forests in the Peterburg Region and Slovakia are respectively 27.7 and 9.4 ha respectively. Thus, the area where mostly coniferous forests burn in Slovakia is three times smaller than in the Peterburg region. Taking into consideration the fact that the fire detection and control were in Slovakia and the Peterburg Region at about the same level in the period under review, the fire indicators of coniferous forests in Slovakia should be three times lower. However, the number of forest fires in Slovakia turned out to be only half as much as in the Russian region. At the same time, the area of fires was on average 26 times smaller, and the average area of a fire was 12 times smaller than in the Peterburg region.

Keywords: forest fires, early fire detection, forests fire statistics

1 Introduction

The number of forest fires in Russia remains extremely high, despite the measures taken by the Government. The reasons are well known:

1 Введение

Горимость лесов в России остается чрезвычайно высокой, несмотря на принимаемые Правительством меры. Причины общеизвестны: громадные

the extensive areas of coniferous forests in Siberia and the Far East, weather anomalies, careless handling of fire in the forest and agricultural fires (anthropogenic factor), lightning strikes. In recent years, the number of fires in forests in Russia has increased. The total and average area of a single fire increased especially sharply, see Tab. 1. It is known that early detection of fires along with the operational extinguishing of forest fires are decisive factors in reducing the extent of forest fires.

территории хвойных лесов в Сибири и на Дальнем Востоке, погодные аномалии, неосторожное обращение с огнем в лесу и сельскохозяйственные палы (антропогенный фактор), разряды молний. В последние годы горимость лесов в России возрастает. Особенно резко увеличились общая и средняя площадь одного пожара – Таб. 1. Известно, что решающими факторами снижения горимости лесов являются своевременное обнаружение возгораний наряду с оперативным тушением очагов лесных пожаров.

Tab. 1 Dynamics of the forest fires occurrence in Russia in recent years [2,5,6]

Таб. 1 Динамика горимости лесов в России за последние годы [2,5,6]

Indicators/Показатели	Year/Год					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Number of fires Количество пожаров	19,329	9,991	16,865	12,337	11,025	18,376
Burnt area, mil. ha Пройдено огнем, млн. га	2.3	1.4	3.7	2.5	2.4	9.3
Average fire extent, ha Средняя площадь пожара, га	119.0	140.1	219.4	202.6	217.7	506.1

Note: For 2018, the results have not yet been summarized, but, according to experts, the extent of forest fires will be a record for the last 10 years.

Примечание: За 2018 год итоги еще не подведены, но, по оценкам специалистов, площадь лесных пожаров будет рекордной за последние 10 лет.

In 2017 and 2018, the sharp increase in the extent and number of fires in Russia is largely due to the anomalously hot, long and windy weather in Eastern Siberia and the Far East. Here, fires are detected by aircraft and spacecraft. But the rapid growth of fires is due to the lack of quick delivery of intervention teams and fire extinguishing equipment to remote, deserted areas of taiga. Therefore, in the foreseeable future, it remains to rely only on natural obstacles to the movement of fires, primarily large rivers, and on changes in weather conditions (long and heavy rains).

In the European part of Russia, the situation with the detection and elimination of fires is radically different. Here, almost the entire territory (with the exception of the extreme north and northeast of the taiga of European Russia) it is quite possible to create a system for the rapid detection and elimination of fire sites.

В 2017 и 2018 годах резкое увеличение площади и количества пожаров в России во многом объясняется аномально жаркой, продолжительной и ветреной погодой в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Здесь пожары обнаруживают с помощью авиации и космических аппаратов. Но стремительное разрастание очагов возгорания происходит из-за отсутствия быстрой доставки команд и средств пожаротушения в отдаленные безлюдные районы тайги. Поэтому в обозримом будущем остается надеяться лишь на естественные преграды на пути движения пожаров, прежде всего крупные реки, и на изменение погодных условий (продолжительные и обильные дожди).

На европейской части России обстановка с обнаружением и ликвидацией очагов пожаров кардинально другая. Здесь почти на всей территории (за исключением крайнего

2 Review and discussion on fire situation in Russia

In July-August 2010, anomalous heat occurred throughout the European part of the country due to the sedentary anticyclone, a record for more than 130-year history of meteorological observations. In many regions of the Russian Federation, the air temperature approached the 40 °C mark or exceeded it. Due to the extreme heat, the ecological situation has worsened, peat and forest fires have intensified - a total of 34,812 fires with a total area of about two million hectares were recorded, including more than one thousand peat ones. Moreover, these statistics almost completely reflect the situation in the European part of Russia. In Siberia and the Far East, there were few fires this year, which allowed to transfer considerable fire brigades to the west.

According to the EMERCOM of Russia, only 17 regions suffered from fires and smog caused by them, more than 2,500 families were left homeless, more than 60 people died in the fire and from poisoning by combustion products. According to the report of the Minister of Health and Social Development, the abnormal weather conditions in July and August 2010 (heat, smog due to peat fires) affected the overall mortality rate in Russia. In 2010, the number of deaths increased by 20,000 people compared with 2009.

In addition to weather anomalies, one of the causes of the disaster in 2010 was the elimination of forest guards and fire protection/stopping features in the country because of the introduction of the new Forest Code [3,4].

In the Peterburg region, the first TV cameras situated on masts for detecting the forest fires began to be set up in the late 1990s. In the early 2000s, their number gradually increased, the design was improved, but the entire or almost the entire territory of the region was covered by them only by 2009. At the same time, work to prevent the occurrence of forest fires (propagation, organizational and control measures) was strengthened.

The data on the number and extent of fires in the region are presented by the Regional Dispatch Control Office (RDCO) of the Peterburg Regional State Institution "Forest Management of the Peterburg Region", see Fig. 1-5.

севера и северо-востока тайги европейской России) вполне возможно создание системы быстрого обнаружения и ликвидации очагов.

2 Обзор проблемы и обсуждение пожарной ситуации в России

В июле-августе 2010 года на всей территории европейской части страны из-за замало подвижного антициклона установилась аномальная жара, рекордная за более чем 130-летнюю историю метеонаблюдений. Во многих регионах РФ температура воздуха приближалась к 40-градусной отметке или превысила этот показатель. Из-за экстремальной жары ухудшилась экологическая обстановка, активизировались торфяные и лесные пожары – всего было зафиксировано 34 тыс. 812 очагов природных пожаров общей площадью около 2 млн. га, в том числе более 1 тыс. торфяных. Причем эта статистика почти полностью отражает обстановку в европейской части России. В Сибири и на Дальнем Востоке в этот год пожаров было мало, что позволило перебросить значительные силы лесных пожарных на запад.

По данным МЧС России, всего от пожаров и вызванного ими смога пострадали 17 регионов, более 2,5 тыс. семей остались без крова, более 60 человек погибли в огне и от отравления продуктами горения. Как следовало из доклада министра здравоохранения и социального развития, аномальные погодные условия июля и августа 2010 года (жара, смог из-за торфяных пожаров) повлияли на общий показатель смертности в России. За 2010 год количество умерших выросло на 20 тыс. человек по сравнению с 2009 годом.

Кроме погодных аномалий, одной из причин катастрофы 2010 года была ликвидация лесной охраны и лесопожарных формирований в стране в результате введения нового Лесного кодекса [3,4].

В Петербургской области первые телекамеры на мачтах для обнаружения лесных пожаров начали устанавливать еще в конце 1990-х годов. В начале 2000-х их количество постепенно увеличивалось, конструкция совершенствовалась, но вся

или почти вся территория области была ими покрыта лишь к 2009 году. Вместе с этим была усилена работа по профилактике возникновения лесных пожаров (пропагандистские, организационные и контрольные мероприятия).

Данные о количестве и площади пожаров в области представлены Региональным пунктом диспетчерского управления (РПДУ) Петербургского областного государственного казенного учреждения "Управление лесами Петербургской области", смотри Рисунки 1-5.

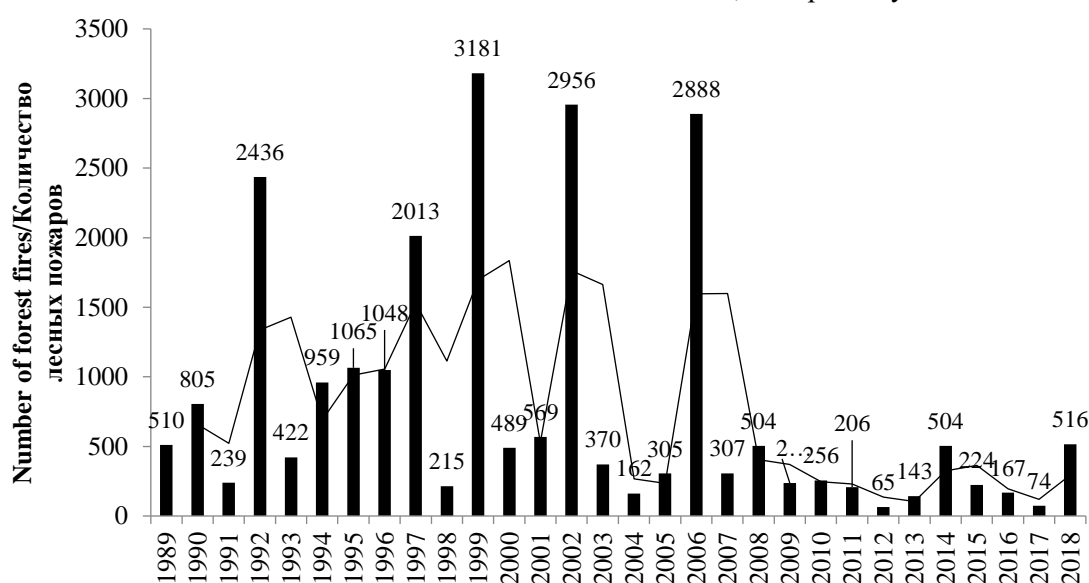


Fig. 1 Dynamics of the number of forest fires in the Peterburg region by years

Рис. 1 Динамика количества лесных пожаров в Петербургской области по годам

The years of increased forest burning in the region in terms of the number of fires: 1992, 2002, 2006, and, especially, 1999. High fire rate according to this indicator is associated with abnormal weather conditions of fire-hazardous periods of the specified years and high attendance of forests by the population in hot summer time.

Immediately, it should be noted that the catastrophic year 2010 in the area of fire for the whole of European Russia was quite calm in the number of fires - a ban was imposed not only on setting up the fires in the forests, but also on visiting them for a long time.

Годы повышенной горимости лесов в области по количеству пожаров: 1992, 2002, 2006, и, особенно, 1999 год. Высокая горимость по этому показателю связана с аномальными погодными условиями пожароопасных периодов указанных лет и высокой посещаемостью лесов населением в жаркое летнее время.

Сразу же следует отметить, что катастрофический в пожарном отношении для всей европейской России 2010 год, в области был вполне спокойным по количеству пожаров – был введен запрет не только на разведение костров в лесах, но и

According to the total extent of fires in the region, the following years were dangerous, too: 1999, 2002, 2006, and especially 1992, see Fig. 2.

на их посещение в течение продолжительного времени. По общей площади пожаров в области выделяются те же годы: 1999, 2002, 2006 годы, и, особенно, 1992, смотри Рисунок 2.

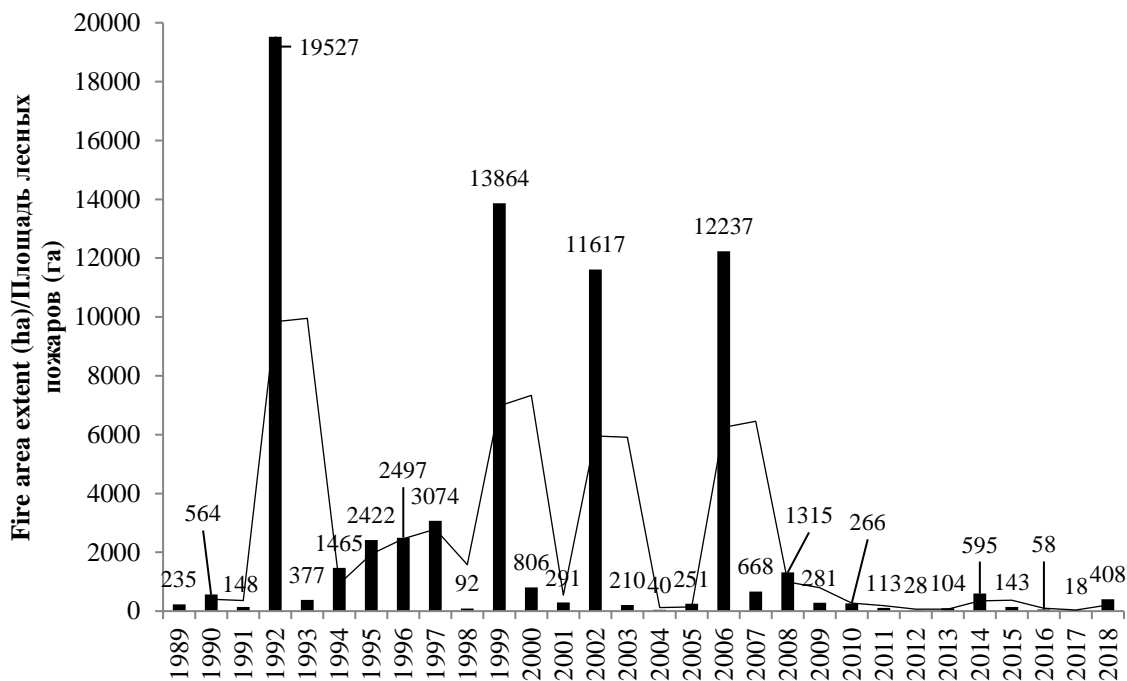


Fig. 2 Dynamics of the forest fire area extent in the Peterburg region by years

Рис. 2 Динамика площади лесных пожаров в Петербургской области по годам

The extent of fires in the region sharply decreased after 2009, despite the extremely hot and dry summer in 2010 and 2018. This is due to the early detection of fires in forests and their prompt elimination by mobile teams of fire and chemical stations situated in forest areas. Even if the fire could grow to several hectares, its extinguishing by a well-equipped team was finished, as a rule, within one day.

The average extent of a fire area is consistent with the total extent of fires, and to a lesser extent - with their number, see Fig. 3.

Площадь пожаров в области резко снизилась после 2009 года, несмотря на крайне жаркое и засушливое лето в 2010 и 2018 годах. Это объясняется своевременным обнаружением возгораний в лесах и их оперативной ликвидацией мобильными группами пожарно-химических станций при лесничествах. Даже если пожар смог разрастись до нескольких гектаров, его тушение усиленной командой заканчивалось, как правило, в течение одного дня.

Средняя площадь одного пожара согласуется с общей площадью пожаров, и в меньшей степени – с их количеством, смотри Рисунок 3.

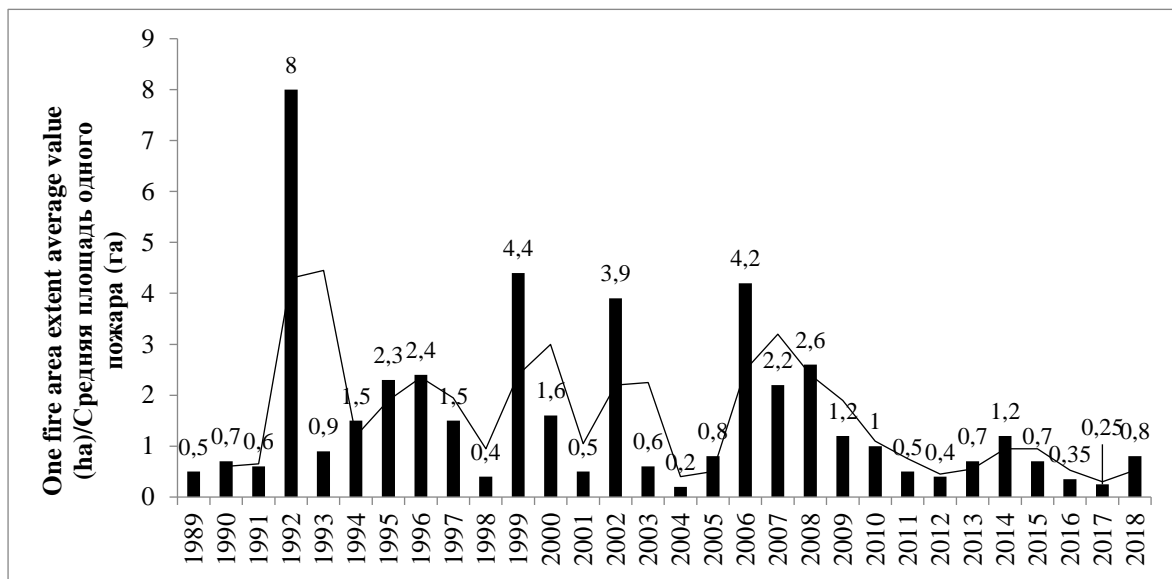


Fig. 3 Average value of a fire area extent in the Peterburg region by years

Рис. 3 Средняя площадь одного лесного пожара в Петербургской области по годам

Let consider in more detail two periods from all 30 years: before and after the mass installation of TV cameras in the region.

In the first period (1989–2008), the fire-fighting was delayed, their areas were increasing every day. One of the main reasons is the late detection of fires, when a separate fire could grow to tens, and sometimes to hundreds of hectares. In addition, the equipment of fire and chemical stations (FCS) in the area and staffing them left much to be desired. Insufficient preventive work was carried out, including work with the public. From Fig. 4, it follows that during abnormal weather conditions fire-hazardous periods, with the number of fires of 2,500–3,000 in the region, their total extent reached unpredictable sizes: 12,000–20,000 ha. Such unpredictability is typical for the regions of Russia with the lack of means of rapid fire detection and early delivery of fire groups to the fire sites.

Рассмотрим более подробно два периода из всех 30-ти лет: до и после массовой установки телекамер на территории области.

В первом периоде (1989–2008 гг.) борьба с пожарами велась с запозданием, их площади возрастали с каждым днем. Одна из главных причин – позднее обнаружение возгораний, когда отдельный пожар успевал разрастаться до десятков, а иногда до сотен гектаров. Кроме того, оснащение пожарно-химических станций (ПХС) в области и укомплектованность их персоналом оставляли желать лучшего. Недостаточно проводилась профилактическая работа, в том числе работа с населением. Из Рисунка 4 следует, что в аномальные по погодным условиям пожароопасные периоды, при количестве пожаров в области 2,5–3 тыс., их суммарная площадь достигала непредсказуемых размеров: 12–20 тыс. га. Подобная непредсказуемость характерна для регионов России с отсутствием средств быстрого обнаружения пожаров и своевременной доставки к очагам возгораний пожарных групп.

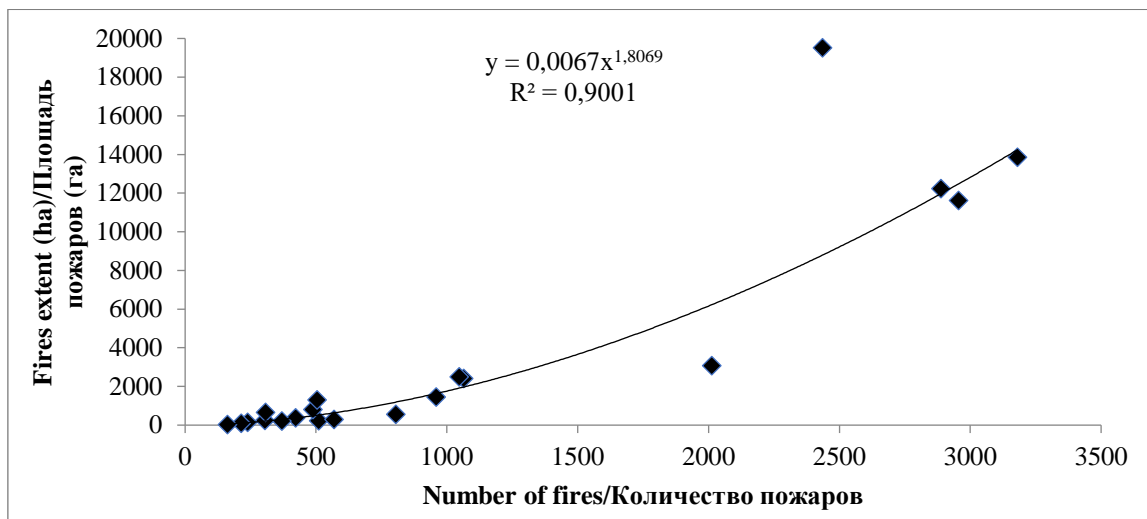


Fig. 4 Relationship between the number and total extent of forest fires in the Peterburg region in the period 1989–2008

Рис. 4 Связь количества и общей площади лесных пожаров в Петербургской области в период 1989-2008 гг.

The situation is changing dramatically with the massive introduction of tele-installations, better equipment of FCS, the increasing attention of the leadership of the Peterburg region to the situation with forest fires. Over the past 10 years, almost all fires have been eliminated during the first day, the average area of a single fire does not exceed, as a rule, one hectare (see Fig 3). A direct close relationship between the number of fires and their total area (correlation coefficient $R = 0.938$) indicates the stability of the RDCO and forest fire services in this decade, see Fig. 5.

Картина резко меняется с массовым внедрением телеустановок, лучшим оснащением ПХС, усилением внимания руководства Петербургской области к ситуации с лесными пожарами. В течение 10 последних лет практически все возгорания ликвидируются в течение первых суток, средняя площадь одного пожара не превышает, как правило, одного гектара (см. Рисунок 3). Прямая тесная связь количества пожаров с их общей площадью (коэффициент корреляции $R=0,938$) свидетельствует о стабильности работы РПДУ и лесопожарных служб в это десятилетие, смотри Рисунок 5.

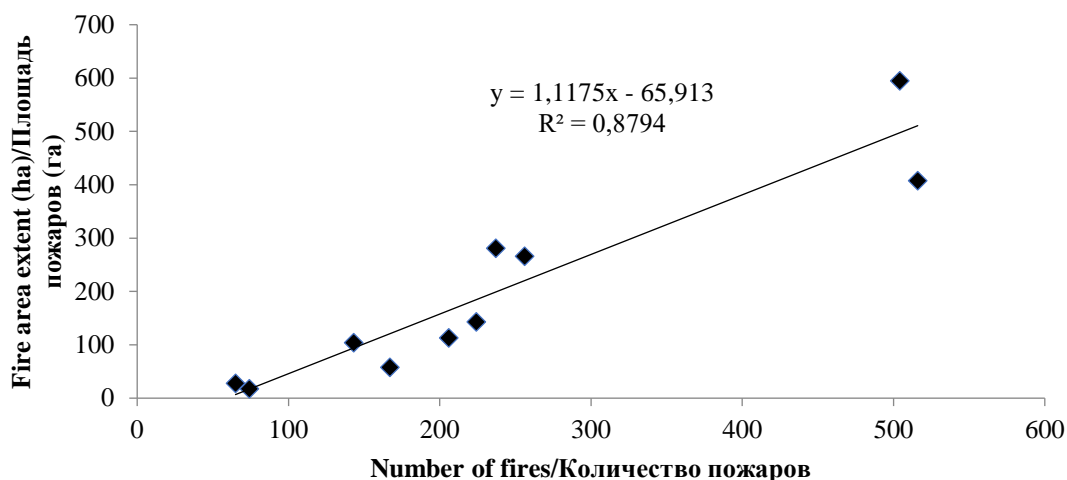


Fig. 5 Relationship between the number and extent of forest fires in the Peterburg Region in the period 1989-2008

Рис. 5 Связь количества и площади лесных пожаров в Петербургской области в период 1989-2008 гг.

It should be emphasized once again that in the extremely dry years 2010 and 2018 neither the number nor the extent of forest fires in the Peterburg region exceeded the usual level for the last 10 years.

Another major reason for reducing the extent of forest fires in the region is saving in forestry, in the context of the introduction of a new Forest Code (2007-2008), as well as a system of fire and chemical stations equipped with modern fire-fighting equipment and headed by experienced forestry specialists.

The regional dispatch control office (RDCO) of the Peterburg region operates all-the-year-round, and for the fire-dangerous period it is transferred to the round-the-clock operation mode. In the region, there are currently installed 156 video cameras covering the entire territory of the region.

The above achievements in the fight against forest fires in the Peterburg region became possible by the use of modern technologies and advanced systems that enable early detection of a fire in the forest, avoid critical situations, to reduce the damage caused by fires and reduce the cost of their extinguishing.

Следует еще раз подчеркнуть, что в крайне засушливые 2010 и 2018 годы ни количество, ни площадь лесных пожаров в Петербургской области не превысили обычный для последних 10 лет уровень.

Другая важнейшая причина снижения горимости лесов области – сбережение при лесничествах, в условиях введения нового Лесного кодекса (в 2007-2008 гг.), системы пожарно-химических станций, оборудованных современными средствами борьбы с пожарами и возглавляемых опытными специалистами лесного хозяйства.

Региональный пункт диспетчерского управления (РПДУ) Петербургской области действует круглогодично, а на пожароопасный период переводится на круглосуточный режим работы. В области в настоящее время действуют 156 видеочкамер, перекрывающих всю территорию региона.

Рассмотренные выше достижения в борьбе с лесными пожарами в Петербургской области стали возможными в результате применения современных технологий и новейших систем, которые позволяют своевременно обнаруживать возгорания в лесах, избежать возникновения критических ситуаций, сократить ущерб, наносимый пожарами и снизить затраты на их ликвидацию.

Until recently, the use of various technical means was limited due to their high cost and complexity of operation. Today, the use of video surveillance for forest monitoring is not uncommon. From the mid-80s, they began to try to use video surveillance to solve the problem of detecting forest fires. The traditional surveillance system using a video camera was a TV installation, which included a controlled PTZ camera (pan, tilt, zoom - the possibility of panoramic viewing, changing the angle of inclination and approach of the camera), placed on a high-rise structure; control panel and television device located near the mast. The operator viewed the territory (viewing radius up to 25 km in clear weather conditions) with the help of tracking cameras, managed them and analyzed the incoming video information. Such systems currently operate, in addition to the Peterburg region, in several regions of the country.

The costs of such installations were high enough. In order to acquire and launch an early fire detection system, huge support was received from the government of the Peterburg region in that time: it was a large-scale and very expensive project.

However, the economic efficiency of creating such systems increases every year due to the following main factors.

The ubiquity of mobile communications, and as a result, the development of infrastructure needed for these high-rise structures.

Such high-rise structures, such as the masts of mobile base stations, are best suited to accommodate video surveillance equipment with maximum visual coverage (the height of modern base stations of telecom operators is rarely below 50 m, and in some cases reaches 80-100 m). The very purpose of such high-rise structures to accommodate communications equipment involves the deployment of appropriate infrastructure: power (the presence of continuous power), communication (availability of high-speed communication channels to enable voice communications and Internet connection (GSM \ GPRS \ 3G), anti-vandal protection (ensuring high-rise structures with technical means of guarding and preventing intrusion.) Besides all this, high-rise structures used by telecom operators are constantly located in the tween the

До недавнего времени использование различных технических средств было ограничено из-за их высокой стоимости и сложности эксплуатации. На сегодняшний день применение видеонаблюдения для мониторинга леса не является редкостью. Ещё с середины 80-х начали пытаться использовать видеонаблюдение для решения задачи обнаружения лесных пожаров. Традиционная система наблюдения с помощью видеокамеры представляла собой телеустановку, в состав которой входили управляемая PTZ-камера (pan, tilt, zoom – возможность панорамного осмотра, изменения угла наклона и приближения камеры), размещаемая на высотном сооружении; пульт управления и телевизионное устройство, располагаемые около мачты. Оператор просматривал территорию (радиус обзора до 25 км при ясных погодных условиях) с помощью камер слежения, управлял ими и анализировал поступающую видеoinформацию. Такие системы в настоящее время работают, кроме Петербургской области, еще в нескольких регионах страны.

Стоимость подобных установок достаточно велика. Чтобы приобрести и запустить в работу систему раннего обнаружения пожаров, огромная поддержка в свое время получена от правительства Петербургской области: это был масштабный и очень затратный проект.

Однако экономическая эффективность создания подобных систем возрастает с каждым годом в связи со следующими основными факторами.

Повсеместное распространение мобильной связи, и, как следствие, развитие инфраструктуры необходимых для этого высотных сооружений.

Такие высотные сооружения, как мачты базовых станций мобильной связи, наиболее приспособлены для размещения оборудования видеонаблюдения с максимальным визуальным охватом (высота современных базовых станций операторов связи редко ниже 50 м, а в некоторых случаях достигает 80-100 м). Само предназначение таких высотных сооружений для размещения оборудования

back, i.e. it is used for profit therefore constantly maintained in good condition in accordance with all the technical regulations.

The development of the Internet.

Over the past few years, the development of the Internet in Russia and in other countries of the world has reached a level whereby high-speed Internet has become available not only in large cities, but in almost all locations. This is facilitated, inter alia, by the program of the internetization of schools, postal service points and many other institutions. The Internet is the lowest-cost and cheapest way to exchange information over long distances, and it is these tasks that need to be solved in the case of deploying video surveillance systems over a large area to ensure continuous monitoring of the forest. The cost of high-speed Internet connections (without traffic restrictions) over the past 5-10 years has decreased by more than 5 times. In addition to changing the cost, it is necessary to note a significant improvement in the quality of Internet communication channels, which allows us to build systems that are demanding of service (quality) on its basis.

The development of video surveillance systems.

In the past few years, there has been a shift from physical controls to technical means of monitoring. The main engine of progress in this direction is the market of security systems and safety systems, in which there is a massive transition to video surveillance. Such a transition makes video surveillance equipment cheaper and more productive. Only recently, several technical innovations have appeared on the civilian video surveillance market that can be used for forest monitoring tasks (high quality, remote control, IP connectivity).

Increase of the power and performance of computing.

For effective forest monitoring and detection of forest fires, it is necessary to develop and implement software systems with broad functionality (computer vision, GIS systems, video streaming, etc.). To perform all these tasks in real time, computing power is required that has become available on ordinary PCs only in recent years, namely multiprocessor systems with a large amount of RAM. In addition, over the

связи предполагает разворачивание соответствующей инфраструктуры: силовой (наличие непрерывного питания), коммуникационной (наличие каналов связи высокой скорости для обеспечения возможности голосовой связи и подключения в сеть Интернет (ГСМ\ГПРС\3Г), антивандальной защиты (обеспечение высотных сооружений техническими средствами охраны и предотвращения вторжения). Кроме всего этого, высотные сооружения, используемые операторами связи, постоянно находятся в хозяйственном обороте, т.е. используются для извлечения прибыли, следовательно, постоянно поддерживаются в исправном состоянии в соответствии со всеми техническими регламентами.

Развитие сети Интернет.

За последние несколько лет развитие сети Интернет в России и в других странах мира вышло на уровень, при котором высокоскоростной Интернет стал доступен не только в крупных городах, но и почти во всех населенных пунктах. Этому способствует, в том числе, программа интернетизации школ, пунктов почтовой связи и многих других учреждений. Сеть Интернет является наиболее низкозатратным и дешевым способом обмена информацией на больших расстояниях, а именно такие задачи необходимо решать в случае разворачивания систем видеонаблюдения на большой территории для обеспечения непрерывного мониторинга леса. Стоимость высокоскоростных подключений в сеть Интернет (без ограничения трафика) за последние 5-10 лет уменьшилась более чем в 5 раз. Кроме изменения стоимости, необходимо отметить и существенное повышение качества каналов связи Интернет, что позволяет строить на его основе системы, требовательные к сервису (качеству).

Развитие систем видеонаблюдения.

В последние несколько лет наблюдается переход от средств физического контроля к техническим средствам мониторинга. Основным двигателем прогресса в этом направлении становится рынок охранных

past few years, several software technologies have been created, allowing to develop and implement high-level systems with minimal costs in a short time.

The opportunities offered by the present level of development of science and technology, together with advanced software developments, allow us to create truly effective systems for solving problems of forest monitoring and early detection of forest fires.

3 Overview of the problem and discussion of the fire situation in Slovakia

First, there is introduced information on forest fire situation in Slovakia for the period of previous seventeen years (2001-2017).

In Tab. 2, there are introduced the data on forest fire dynamics in Slovakia for the period 2001-2009.

In Tab. 3, there are introduced the data on forest fire dynamics in Slovakia for the period 2010-2017.

Forest fire dynamics is introduced based on three indicators: number of forest fire, total burnt area (ha) and average fire extent (ha).

систем и систем безопасности, в котором наблюдается массовый переход на видеонаблюдение. Такой переход делает оборудование видеонаблюдения более дешевым и более производительным. Только в последнее время на рынке гражданских систем видеонаблюдения появился целый ряд технических новинок, которые могут быть использованы для задач мониторинга леса (высокое качество, возможность дистанционного управления, возможность подключения по IP).

Увеличение мощности и производительности вычислительной техники.

Для эффективного ведения мониторинга леса и обнаружения лесных пожаров необходимо разрабатывать и внедрять программные комплексы с широкой функциональностью (компьютерное зрение, ГИС-системы, потоковое видео и др.). На выполнение всех этих задач в реальном времени необходимы вычислительные мощности, которые стали доступны на обычных ПК только в последние годы, а именно многопроцессорные системы с большим объемом оперативной памяти. Кроме этого, за последние несколько лет был создан ряд программных технологий, позволяющих в короткие сроки разрабатывать и внедрять системы высокого уровня с минимальными затратами.

Возможности, которые предоставляет современный уровень развития науки и техники совместно с передовыми программными разработками, позволяют создавать действительно эффективные системы для решения задач мониторинга леса и раннего обнаружения лесных пожаров.

3 Обзор проблемы и обсуждение пожарной ситуации в Словакии

Во-первых, вводится информация о лесных пожарах ситуации в Словакии для периода предыдущих семнадцати лет (2001-2017).

В Таб. 2 приводятся данные о динамике лесных пожаров в Словакии за период 2001-2009 гг.

В Таб. 3, там введены данные о динамике лесных пожаров в Словакии за период 2010-2017 гг.

Tab. 2 Dynamics of the forest fires occurrence in Slovakia in recent years (2001-2009) [7-15]

Таб. 2 Динамика горимости лесов в Словакии за последние годы (2001-2009) [7-15]

Indicators/ Показатели	Year/Год								
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Number of fires Количество пожаров	311	570	872	153	253	229	463	182	347
Burnt area (ha) Пройдено огнем (га)	305	595	1,567	157	524	280	679	118	510
Average fire extent (ha) Средняя площадь пожара (га)	1.13	1.36	1.46	1.30	1.83	-	-	0.65	1.50

Tab. 3 Dynamics of the forest fires occurrence in Slovakia in recent years [16-23]

Таб. 3 Динамика горимости лесов в Словакии за последние годы [16-23]

Indicators/Показатели	Year/Год							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Number of fires Количество пожаров	127	303	517	233	153	242	136	162
Burnt area (ha) Пройдено огнем (га)	192	403	1,683	270	192	353	175	295
Average fire extent (ha) Средняя площадь пожара (га)	1.60	1.53	3.20	1.13	1.36	1.46	1.30	1.83

From the data presented in Tab. 2 and 3, it is clear that the critical years in terms of the fire number but also the total area of the forest affected by the fire were 2003 and 2012.

In 2003, there occurred totally 852 forest fires in Slovakia burning a total area of 1,567 hectares. These fires represent 85.9 % of the total number of forest industry fires in the same year. Compared with the year 2002 the number of fires increased of 232 fires.

In fighting the forest fires 6,310 persons of the Fire and Rescue Service were involved during 1,071 interventions and the total intervention time lasted 4,352 hours. Total direct material damage represented 990,252.60 EUR, while the saved property value was 13,243,261.60 EUR.

Из данных, представленных в Таб. 2 и 3, видно, что критический год с точки зрения как количества, так и общей площади лесов, пострадавших от пожара, был в 2003 и 2012 гг.

В 2003 году в Словакии произошло всего 852 лесных пожара, общая площадь которых составила 1567 гектаров. Эти пожары составляют 85,9% от общего числа пожаров в лесном секторе в том же году. По сравнению с 2002 годом количество пожаров увеличилось на 232 пожара.

В борьбе с лесными пожарами было задействовано 6 310 человек Службы пожарной и спасательной в течение 1 071 вмешательства, а общее время вмешательства продолжалось 4 352 часа.

As shown by the data of the Slovak Hydro-meteorological Institute for the last few years, the summer of 2012 was historically the third worst since 1871, when temperature measurements are taking place. In that year totally 517 forest fires occurred with area of 1,683 ha. Up to 53% of fires occurred in March and April. Five injuries and one casualty were also reported during the 2012 fire season.

There was no fatal accident; five people were injured.

Further, we introduce the comparison of the forest fire situation in Slovakia and the Peterburg region (Tab. 4). The territory, forest cover and the share of conifers of the Peterburg region are comparable to these indicators in Slovakia (83.9 and 49.0 thousand sq. km, respectively, 56.0 and 40.8%, 59 and 47%). In the comparison, there were considered data on the last 5 - 10 years of the 20th century [1].

Общий прямой материальный ущерб составил 990,252,60 евро, а стоимость сохраненной недвижимости - 13 243 261,60 евро.

Как показали данные Словацкого гидрометеорологического института за последний период, лето 2012 года было исторически третьим самым теплым с 1871 года, когда происходят измерения температуры. произошло полное 517 лесных пожаров с площадью 1 683 га. До 53% пожаров произошло в марте и апреле. Пять травм и один пострадавший также сообщил во время пожароопасного сезона 2012. Там не было никакой несчастный случай со смертельным исходом; пять человек получили ранения.

Сравним горимость лесов в Словакии и Петербургской области. Территория, лесистость и доля хвойных пород Ленобласти сопоставимы с этими показателями в Словакии (соответственно 83,9 и 49,0 тыс. кв. км; 56,0 и 40,8%; 59 и 47%). Рассмотрим данные по последнему 10-летию 20-го века [1].

Tab. 4 Number of forest fires (1990-2000) [1]

Таб. 4 Количество лесных пожаров (1990-2000) [1]

Country/Region Страна/Регион	Year/Год										
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Peterburg region/ Петербургская область	805	239	2436	422	959	1065	1048	2013	215	3181	489
Slovakia/Словакия	-	142	305	674	366	254	662	535	1056	751	824

The greatest number of fires (Tab. 4):

- Peterburg region - 1992, 1997 and 1999;
- Slovakia - 1998, 1999, 2000 (coincidence in 1999).

The number of fires in Slovakia, as a rule, is less than in the Peterburg region. The exception is 1993, 1998 and 2000.

Year 1999 was a year with the highest number of forest fires for the decade in the Peterburg region, in Slovakia it was in 3rd place.

The highest number of forest fires occurred in Slovakia in 1998.

Наибольшее количество пожаров (Таб. 4):

- Ленобласть – 1992, 1997 и 1999 гг.;
- Словакия – 1998, 1999, 2000 гг. (совпадение по 1999 г.).

Количество пожаров в Словакии, как правило, меньше, чем в Ленобласти. Исключение – 1993, 1998 и 2000 гг.

1999 год был рекордным за десятилетие по количеству пожаров в Ленобласти, в Словакии он был на 3-м месте. На первом – 1998 год.

Tab. 5 Area burnt by forest fire (ha) [1]

Таб. 5 Площадь, пройденная лесными пожарами (га) [1]

Country/Region Страна/Регион	Year/Год					
	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Peterburg region/ Петербургская область	2,422	2,497	3,074	92	13,884	806
Slovakia/Словакия	557	904	305	595	1,567	157

Maximum fire areas (Tab. 5):

- Peterburg region - 1992, 1997 and 1999;
- Slovakia –1996 and 1999 (match in 1999).

The extent of forest fires in Slovakia is in several years four times less than in the Peterburg region. Exception are years 1991 and 1993.

In year 1999, there occurred highest number of forest fires in the area of fires in the Peterburg region and in Slovakia.

Average value of a fire area extent (Tab. 6):

- Peterburg region - 1996 and 1999;
- Slovakia – 1996 and 1999 (match)

Максимальные площади пожаров (Таб. 5):

- Ленобласть – 1992, 1997 и 1999 гг.;
- Словакия –1996 и 1999 гг. (совпадения в 1999 гг.).

Площадь лесных пожаров в Словакии в десятки раз меньше, чем в Ленобласти. Исключение –1991 и 1993 гг.

1999 год был рекордным за десятилетие по площади пожаров в Ленобласти, 1993 год в Словакии.

Средняя площадь пожара (Таб. 6):

- Ленобласть – 1996 и 1999 гг.;
- Словакия – 1996 и 1999 гг. (совпадение).

Tab. 6 Average value of a fire area extent (ha) [1]

Таб. 6 Средняя площадь одного пожара (га) [1]

Country/Region Страна/Регион	Year/Год											
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
Peterburg region/ Петербургская область	564	148	19,527	377	1,465	2,422	2,497	3,074	92	13,884	806	
Slovakia/Словакия	-	233	-	518	96	85	220	35	32	96	105	

The average fire area in Slovakia is also less than in the Peterburg region. Exception is year 1991.

In Year 1992, there was recorded the largest average fire area in the Peterburg region. In Slovakia in year 1991.

Based on the territory of Slovakia and the Peterburg region, the forest cover and the share of conifers, the area of coniferous forests in the Peterburg Region and Slovakia are respectively 27.7 and 9.4 hectares. Thus, the area where mostly coniferous forests burn in Slovakia is three times less than in the Peterburg region. When considering the fact that the fire detection and control in the period under review were in Slovakia and the Peterburg Region at about the same level, then the burning indicators of

Средняя площадь пожара в Словакии также меньше, чем в Ленобласти. Исключение –1991 год.

1992 год был рекордным за десятилетие по средней площади пожара в Ленобласти, 1991 год – в Словакии.

Исходя из территории Словакии и Петербургской области, лесистости и доли хвойных пород, площади хвойных лесов в Петербургской области и Словакии соответственно равны 27,7 и 9,4 га. Таким образом, площадь наиболее горимых хвойных лесов в Словакии втрое меньше, чем в Ленобласти. Если принять условно, что обнаружение пожаров в рассматриваемый период и борьба с ними были в Словакии и Ленобласти на примерно одном уровне, то показатели горимости

coniferous forests in Slovakia should be three times lower.

However, the number of forest fires in Slovakia turned out to be only half as much as in the Russian region. At the same time, the area of fires was on average 26 times smaller, and the average area of a fire was 12 times smaller than in the Peterburg region – Tab. 7.

хвойных лесов в Словакии должны быть втрое меньшими.

Однако количество лесных пожаров в Словакии оказалось лишь вдвое меньшим, чем в российском регионе. Вместе с тем площадь пожаров была в среднем в 26 раз меньше, а средняя площадь одного пожара в 12 раз меньше по сравнению с Ленобластью – Таб. 7.

Tab. 7 Average forest fire indicators values for period 1995-2000 [1]

Таб. 7 Средние показатели горимости лесов за 1995-2000 гг. [1]

Country/Region Страна/Регион	Number of forest fires/Количество лесных пожаров	Fire area extent (ha)/Площадь лесных пожаров (га)	Average fire extent value (ha)/Средняя площадь пожара (га)
Peterburg region/ Петербургская область	1,170	4,078	3.5
Slovakia/Словакия	557	158	0.3

Thus, with a comparable number of fires in two territories, the areas of fires differ sharply. This suggests the same sources of fires in both Slavic countries (the anthropogenic factor prevails), but in Slovakia both fire detection and their elimination were significantly better in these years.

To decrease the number of forest fires, there are implemented several preventive measures in the forests of Slovakia. From April to September, there is provided information on the forest fire index via the internet page of the Slovak Hydrometeorological institute on daily basis.

When the forest fire index is high, there is provided the information on fire danger also via television. In this time, there are also prohibited any activities in the endangered forest areas. Every year, there are provided several information campaigns.

To detect the forest fire in the first stages of propagation, there was launched the Automated stationary detection system (ASDS) in 2019.

This automated stationary detection system for early forest fire detection is deployed in three forest sites:

- High Tatras;
- Low Tatras;
- Zahorie.

These sites are among the key areas with significant national wealth of the Slovak Republic in the form of forests and everything that is directly and indirectly related to forests.

Таким образом, при сравнимом количестве пожаров на двух территориях, площади пожаров резко различаются. Это говорит об одинаковых источниках возгораний в обеих славянских странах (преобладает антропогенный фактор), но в Словакии кардинально лучше в эти годы было организовано как обнаружение пожаров, так и их ликвидация.

Для уменьшения количества лесных пожаров в лесах Словакии реализованы несколько превентивных мер. С апреля по сентябрь на информационном сайте Словацкого гидрометеорологического института представлена информация о индексе лесных пожаров.

Когда индекс лесных пожаров высок, информация о пожарной опасности предоставляется также по телевидению. В это время также запрещены все виды деятельности в исчезающих лесных районах.

Каждый год также проводятся несколько информационных кампаний.

Для обнаружения лесного пожара на первых этапах распространения в 2019 году была запущена автоматизированная стационарная система обнаружения (АСДС).

Эта автоматизированная стационарная система обнаружения для раннего обнаружения лесных пожаров развернута в трех лесных участках:

- Высокие Татры;

ASDS is a technology that has been widely used in the world for over 10 years and has made a significant contribution to protecting and saving forests in countries that use it. Under Slovak conditions, ASDS allows continuous monitoring of defined areas and shortens the fire detection time, its exact localization using GPS coordinates and localization on a digital map. As a result, the ASDS significantly reduces the risk of large forest fires in the monitored areas and associated significant damage to the fauna and flora of the Slovak Republic. Implementation of ASDS created the conditions for setting up an effective way of informing the components of the integrated rescue system, especially the Fire and Rescue Service, as well as a way of early warning the population endangered by the fire.

While this system has been launched only in 2017, it is not possible to evaluate its assets precisely. To do it, we need to have fire data for several years.

4 Conclusions

The massive introduction of teleinstallations in the Peterburg Region, the preservation of the system of fire and chemical stations have ensured the early detection of fires in the forests over the past 10 years and their operational elimination. Even in years of abnormal weather conditions, almost all fires are eliminated during the first day, the average extent of one fire does not exceed, as a rule, one hectare.

In the European part of Russia, the creation of such systems for the rapid detection and elimination of fires in forests is quite possible. The economic efficiency of creating these systems increase every year due to the following main factors:

- The ubiquity of mobile communications, and, as a result, the development of infrastructure necessary for these high-rise buildings;
- Development of the Internet and video surveillance systems;
- Increase the power and performance of computing equipment.

The opportunities offered by the modern level of development of science and technology, together with advanced software developments, allow us to create truly effective systems for

- Низкие Татры;
- Загорье.

Эти объекты являются одними из ключевых областей со значительным национальным богатством Словацкой Республики в виде лесов и всего, что прямо или косвенно связано с лесами.

АСДС - это технология, которая уже более 10 лет широко используется в мире и внесла значительный вклад в защиту и сохранение лесов в странах, которые ее используют. В словацких условиях ASDS позволяет осуществлять непрерывный мониторинг определенных зон и сокращает время обнаружения пожара, точную локализацию с использованием координат ГПС и локализацию на цифровой карте. В результате ASDS значительно снижает риск крупных лесных пожаров в контролируемых районах и сопутствует значительным повреждениям фауны и флоры Словацкой Республики. Внедрение АСДС создало условия для создания эффективного способа информирования компонентов интегрированной спасательной системы, особенно пожарно-спасательной службы, а также способ раннего предупреждения населения, которому угрожает пожар.

Хотя эта система была запущена только в 2017 году, невозможно точно оценить ее активы. Для этого нам нужно иметь данные о пожаре в течение нескольких лет.

4 Заключение

Массовое внедрение телеустановок в Петербургской области, сбережение системы пожарно-химических станций обеспечили в течение 10 последних лет своевременное обнаружение в лесах возгораний и их оперативную ликвидацию. Даже в аномальные по погодным условиям годы практически все возгорания ликвидируются в течение первых суток, средняя площадь одного пожара не превышает, как правило, одного гектара.

На европейской части России вполне возможно создание подобных систем быстрого обнаружения и ликвидации очагов возгораний в лесах. Экономическая эффективность создания этих систем возрастает с каждым годом в связи со следующими основными факторами:

solving problems of forest monitoring and early detection of forest fires.

According to the information introduced in the previous chapters it could be concluded that number of forest fire depends strongly on weather, i.e. meteorological extremes, that occurred during the spring and summer season. But the extent of the area affected by a fire depends on two basic factors: early detection of fire and rapid arrival and efficiency of the fire extinguishing activity, which strongly depends on the condition and number of available sources and resources. In Peterburg region and also in Slovakia, there had been launched the early fire detection stationnary systems to enhance the situation in forest fire detection and to shorten the time of arrival of fire-fighting personnel and resources. Present experience with such systems as in Russia as in Slovakia confirms the correctness of the decision to deploy them. However, we were not able to control the number of forest fires, but the early detection helped us to localise them on time, to inform the relevant bodies to deploy necessary sources and resources to fight them promptly. The result is decreased total forest area affected by forest fire and amount of damage at all.

Acknowledgments

We express our gratitude to the leadership of the Regional Dispatch Office of the Peterburg Regional State State Institution "Forest Management of the Peterburg Region" for providing information on the burning of forests in the region for 1989-2018.

This work was supported by the KEGA Grant Agency under the project KEGA 032PU-4/2018.

- повсеместное распространение мобильной связи, и, как следствие, развитие инфраструктуры необходимых для этого высотных сооружений;
- развитие сети Интернет и систем видеонаблюдения;
- увеличение мощности и производительности вычислительной техники.
- или другой срок, когда в Словакии были также установлены видеокамеры в лесах.

Возможности, которые предоставляет современный уровень развития науки и техники совместно с передовыми программными разработками, позволяют создавать действительно эффективные системы для решения задач мониторинга леса и раннего обнаружения лесных пожаров.

Согласно информации, представленной в предыдущих главах, можно сделать вывод, что количество лесных пожаров сильно зависит от погоды, то есть метеорологических экстремумов, которые произошли в весенний и летний сезон. Но степень воздействия пожара зависит от двух основных факторов: раннего обнаружения пожара и быстрого прибытия и эффективности деятельности по тушению пожара, которая сильно зависит от количества и количества имеющихся источников и ресурсов. В Петербургской области, а также в Словакии были начаты ранние системы обнаружения пожара, направленные на улучшение ситуации с обнаружением лесных пожаров и сокращение времени прибытия персонала и ресурсов для тушения пожаров. Опыт работы с такими системами, как в России, как и в Словакии, подтверждает правильность решения о их развертывании. Однако мы не смогли контролировать количество лесных пожаров, но раннее обнаружение помогло нам своевременно их локализовать, информировать соответствующие органы о необходимости развертывания необходимых источников и ресурсов для их быстрого реагирования. В результате уменьшается общая площадь лесов, затронутых лесным пожаром и количеством ущерба вообще.

Благодарности

Выражаем благодарность руководству Регионального пункта диспетчерского управления Петербургского областного государственного казенного учреждения "Управление лесами Петербургской области" за предоставленные сведения о горимости лесов в области за 1989-2018 гг.

Эта работа была создана благодаря поддержке агентства грантов КЕГА, проекта КЕГА 032PU-4/2018.

References / Литература

- [1] Думнов А.Д., Максимов Ю.И., Рощупкина Ю.В, Аксенова О.А. *Лесные пожары в Российской Федерации. Статистический справочник / Forest fires in the Russian Federation. Statistical Handbook*. Москва: НИИ-Природа, 2005. – 230 с.
- [2] Лесной форум Гринпис. 2018. *Пожары на природных территориях / Wildland Fires*. 2018 [Cit. 27.02. 2018]. Available online: <http://www.forestforum.ru/fires.php>
- [3] Смирнов А.П. 2013. Лесные пожары – 2010: причины и следствия / *Forest Fires – 2010: causes and consequences. Безопасность жизнедеятельности*, 11: 13-16.
- [4] Смирнов А.П., Смирнов А.А. 2018. *Лесная пирология: Учебное пособие / Forest Pyrology: Study Guide*. СПб: СПб ГЛТУ, 141 с.
- [5] Электронная энциклопедия пожарного дела. 2018. *Сводная статистика лесных пожаров в Российской Федерации / Summary Statistics of Forest Fires in the Russian Federation*. 2018. [Cit. 24.02.2018]. Available online: <http://wiki-fire.org/>
- [6] Vawilon. 2018. *Статистика лесных пожаров*. 2018 Cit. 27.02. 2018]. Available online: <https://vawilon.ru/statistika-lesnyh-pozharov/>
- [7] EUROPEAN COMMISSION. 2001. *Forest fires in Europe 2001 Campaign*. Ispra: Joint Research Centre. [Cit. 2018 10.12.]. Available online: <http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports-and-publications/annual-fire-reports>
- [8] EUROPEAN COMMISSION. 2002. *Forest fires in Europe 2002 Campaign*. Ispra: Joint Research Centre. [Cit. 2018 10.12.]. Available online: <http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports-and-publications/annual-fire-reports>
- [9] EUROPEAN COMMISSION. 2003. *Forest fires in Europe 2003 Campaign*. Ispra: Joint Research Centre. [Cit. 2018 10.12.]. Available online: <http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports-and-publications/annual-fire-reports>
- [10] EUROPEAN COMMISSION. 2004. *Forest fires in Europe 2004*. Ispra: Joint Research Centre. [Cit. 2018 10.12.]. Available online: <http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports-and-publications/annual-fire-reports>
- [11] EUROPEAN COMMISSION. 2005. *Forest fires in Europe 2005*. Ispra: Joint Research Centre. [Cit. 2018 10.12.]. Available online: <http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports-and-publications/annual-fire-reports>
- [12] EUROPEAN COMMISSION. 2006. *Forest fires in Europe 2006*. Ispra: Joint Research Centre. [Cit. 2018 10.12.]. Available online: <http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports-and-publications/annual-fire-reports>
- [13] EUROPEAN COMMISSION. 2007. *Forest fires in Europe 2007*. Ispra: Joint Research Centre. [Cit. 2018 10.12.]. Available online: <http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports-and-publications/annual-fire-reports>
- [14] EUROPEAN COMMISSION. 2008. *Forest fires in Europe 2008*. Ispra: Joint Research Centre. [Cit.

- 2018 10.12.]. Available online: <http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports-and-publications/annual-fire-reports>
- [15] EUROPEAN COMMISSION. 2009. *Forest fires in Europe 2009*. Ispra: Joint Research Centre. [Cit. 2018 10.12.]. Available online: <http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports-and-publications/annual-fire-reports>
- [16] EUROPEAN COMMISSION. 2010. *Forest fires in Europe 2010*. Ispra: Joint Research Centre. [Cit. 2018 10.12.]. Available online: <http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports-and-publications/annual-fire-reports>
- [17] EUROPEAN COMMISSION. 2011. *Forest fires in Europe, Middle East and North Africa 2011*. Ispra: Joint Research Centre. [Cit. 2018 10.12.]. Available online: <http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports-and-publications/annual-fire-reports>
- [18] EUROPEAN COMMISSION. 2012. *Forest fires in Europe, Middle East and North Africa 2012*. Ispra: Joint Research Centre. [Cit. 2018 10.12.]. Available online: <http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports-and-publications/annual-fire-reports>
- [19] EUROPEAN COMMISSION. 2013. *Forest fires in Europe, Middle East and North Africa 2013*. Ispra: Joint Research Centre. [Cit. 2018 10.12.]. Available online: <http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports-and-publications/annual-fire-reports>
- [20] EUROPEAN COMMISSION. 2014. *Forest fires in Europe, Middle East and North Africa 2014*. Ispra: Joint Research Centre. [Cit. 2018 10.12.]. Available online: <http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports-and-publications/annual-fire-reports>
- [21] EUROPEAN COMMISSION. 2015. *Forest fires in Europe, Middle East and North Africa 2015*. Ispra: Joint Research Centre. [Cit. 2018 10.12.]. Available online: <http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports-and-publications/annual-fire-reports>
- [22] EUROPEAN COMMISSION. 2016. *Forest fires in Europe, Middle East and North Africa 2016*. Ispra: Joint Research Centre. [Cit. 2018 10.12.]. Available online: <http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports-and-publications/annual-fire-reports>
- [23] EUROPEAN COMMISSION. 2017. *Forest fires in Europe, Middle East and North Africa 2017*. Ispra: Joint Research Centre. [Cit. 2018 10.12.]. Available online: <http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports-and-publications/annual-fire-reports>