

УДК 911.52+528.88 (470.341)

DOI: 10.17072/2079-7877-2019-2-148-157

**ПОДХОДЫ К КАРТОГРАФИРОВАНИЮ ПРОЙДЕННЫХ ПОЖАРОМ ЛЕСОВ В УСЛОВИЯХ ЗАПОВЕДНОГО РЕЖИМА****Никита Геннадьевич Кадетов**ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1214-560>, Scopus ID: 56588001600,

ResearcherID: O-1027-2014

e-mail: biogeonk@mail.ru

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва***Ангелина Евгеньевна Гнеденко**ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2060-9070>, Author ID: 911062

e-mail: gnedenko.a.e@mail.ru

*Институт географии РАН, Москва*

Картографический метод является важной составляющей исследования растительного покрова, в том числе и при изучении его послепожарного состояния. Поскольку для полосы широколиственно-хвойных лесов Заволжья свойственны периодические лесные пожары, часто имеющие катастрофический характер, то территория Керженского заповедника, значительно пострадавшая в результате последнего крупного пожара 2010 г. и затронутая предыдущими пожарами, является подходящим полигоном для апробации методов картографирования послепожарного состояния лесов в условиях заповедного режима. В представленном исследовании приведена методика крупномасштабного картографирования участков, пройденных пожаром 2010 г., с использованием данных дистанционного зондирования, тематических карт и наземных полевых исследований. Обширный массив многолетних данных полевых исследований позволил провести последовательное уточнение результатов визуального дешифрирования на исследуемых участках. В основу содержащей 41-й номер легенды карт ключевых участков положена эколого-морфологическая классификация растительности. Легенда представлена в табличном виде и несёт в себе возможность её использования в будущем при картографировании более поздних стадий восстановления растительности. Полученные карты позволяют выявить особенности территориальной дифференциации послепожарного состояния растительного покрова и являются основой для создания карты на всю пройденную пожарами часть заповедника.

Ключевые слова: картографирование растительности, Керженский заповедник, дешифрирование спутниковых снимков

**APPROACHES TO THE MAPPING OF FORESTS COVERED BY FIRE IN THE CONDITIONS OF THE RESERVED REGIME****Nikita G. Kadetov**ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1214-560>, Scopus ID: 56588001600,

ResearcherID: O-1027-2014

e-mail: biogeonk@mail.ru

*Lomonosov Moscow State University, Moscow***Angelina E. Gnedenko**ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2060-9070>, AuthorID: 911062

e-mail: gnedenko.a.e@mail.ru

*Institute of Geography of Russian Academy of Sciences, Moscow*

The cartographic method is an important component of the study of vegetation, including the study of its post-fire condition. Since periodic forest fires are characteristic of broadleaf-coniferous forests in the Zavozhie region, including the territory of the Kerzhensky Reserve, which was damaged by the recent fire in 2010 as well as previous fires, is a suitable testing ground for applying the mapping methods of post-fire forest state in the conditions of the reserved regime. This study presents a methodology for large-scale mapping of areas affected by the fire in 2010, using remote sensing data and ground-based surveys. Key polygons maps legend includes 41 number. It's based on the ecological-morphological classification of vegetation. Table-look legend has a possibility of using it in future cartographic study of latest stages of vegetation successions. The obtained maps help to reveal the features of territorial differentiation of post-fire vegetation cover and could be used as the basis for investigation of map for all covered with fire part of natural reserve.

**Keywords:** vegetation mapping, Kerzhensky Reserve, interpretation of satellite images.

### Введение

Керженский заповедник приурочен к центральной части Восточно-Европейской равнины – заволжской части Нижегородской области. Его территория расположена близ «сердцевины» бореального экотона – полосы контакта (перехода) между таёжными и широколиственно-хвойными лесами к широколиственным и лесостепи [11]. Положение в центре песчаной Волжско-Ветлужской низины определяет полесский характер его ландшафтов [1, 20]. Заповедник расположен в Смоленско-Приволжском широколиственно-хвойнолесном биоме, близ его границы с Вятко-Камским [5]. Согласно физико-географическому районированию СССР [23] территория заповедника принадлежит к Ветлужско-Унжинской провинции лесной области Русской равнины. В пределах заповедника выделены три ландшафта: Лухско-Устинской ландшафт конечной моренной гряды, Вишня-Пугайский ландшафт эолово-водноледниковой равнины, частично заболоченной и осложнённой долинами малых рек (абсолютно преобладает по площади), и ландшафт долины реки Керженец в среднем течении [20].

До 2010 г. на сосновые (*Pinus sylvestris*) и берёзово (*Betula pendula*, *B. pubescens*)-сосновые леса приходилось не менее 60% площади заповедника, на берёзовые – чуть менее 30%. Еловые (*Picea x fennica*), липово (*Tilia cordata*)-еловые и дубово (*Quercus robur*)-липовые леса представлены незначительно [17]. Вместе с тем более 80% лесов заповедника являлись молодыми или средневозрастными (частью – культурами сосны), что во многом является следствием многократных лесных пожаров.

Нерациональное ведение лесного хозяйства в прошлом стало основной причиной периодического, через каждые 30–40 лет, начиная с конца XIX в., возникновения катастрофических пожаров в засушливые годы с предшествующими малоснежными зимами. Столь большие масштабы пожаров и следующих за ними преобразований растительного покрова, выходящие за пределы естественной пирогенной динамики сообществ, во многом обусловлены рядом мощных антропогенных воздействий [12, 25]. В их числе – масштабные сплошные рубки в середине XIX в. и последующее время, не оставлявшие высокоствольных сосен, способных пережить пожары. Появлявшееся после пожаров возобновление спустя три-четыре десятилетия не было достаточно высокоствольным и не обладало устойчивостью: низкая высота прикрепления крон у молодых сосен и их замена берёзой на части территории только способствовали распространению пожара. Другим немаловажным фактором оказалось существенное сокращение или местами полное истребление бобров в результате перепромысла, что привело к снижению уровня грунтовых вод и исчезновению образованных бобровыми плотинами водоёмов, служивших даже в годы с небольшим количеством осадков препятствиями распространению огня. Также отметим, что в ряде случаев после пожаров на месте сгоревших лесов проводились не всегда успешные посадки культур.

За последние 150 лет крупные лесные пожары четырежды охватывали территорию нынешнего заповедника: в 1891, 1921, 1972 и 2010 гг. [6]. Пожар 1921 г. охватил до двух третей территории, 1972 г. – до 90%: неповреждёнными фактически остались только леса в пойме Керженца и низкобонитетные насаждения среди больших болотных массивов [2].

Последний крупный пожар в 2010 г. в той или иной мере затронул более половины территории заповедника [7]. Это первый значительный по площади пожар после его организации. Ныне на этих территориях началось послепожарное восстановление растительного покрова. При этом впервые оно проходит естественным образом в условиях заповедного режима без проведения мероприятий ухода и высадки лесных культур, что позволяет не только проследить за естественной динамикой сообществ, но и в будущем скорректировать представления о разнообразии лесов и структуре растительного покрова заповедника. Важно отметить, что пожарами были охвачены различные участки как по составу и структуре растительности, так и в разной степени антропогенно преобразованные в прошлом. Сами пожары имели различный тип (верховые, низинные, внутриводосборные). В целом, охваченная пожарами площадь относилась к Вишня-Пугайскому ландшафту. В настоящее время на пройденных пожарами территориях наблюдаются ранние стадии восстановительной сукцессии, ход которых различен в выделяемых в пределах ландшафта местностях.

Существенное влияние, которое пожары оказали на растительный покров, уникальность ситуации, при которой восстановление растительного покрова после неоднократных пирогенных и антропогенных нарушений проходит в условиях заповедного режима, и важность установления территориальных закономерностей изменения растительного покрова обусловили необходимость создания карты растительности на пройденную пожарами часть заповедника. При этом в основе легенды карты должна лежать «гибкая» классификация растительности, учитывающая возможность повторного картографирования спустя несколько лет.

### Материалы и методы исследования

Пройденная пожаром часть территории заповедника составляет около 200 км<sup>2</sup>. Разработка достаточно подробной (масштаб порядка 1:25 000) карты растительности основывается на картах ключевых участков по результатам детального маршрутного обследования с использованием данных дистанционного зондирования.

В качестве исходных материалов при создании карт на ключевые участки использовались геоботанические описания, составленные в период с 2014 по 2017 г., спутниковые снимки высокого (1–10) и среднего (10–30) пространственного разрешения, данные открытых картографических интернет-сервисов и составленные ранее геоботаническая [17] и ландшафтная [20] карты на территорию всего заповедника, а также карта типов пожаров [7]. Поскольку карты составлялись в крупном масштабе и с высокой детальностью, то при дешифрировании спутниковых снимков особую важность имели плотность расположения точек описания и изученность данной территории.

Геоботанические описания выполнялись по общепринятым методикам [16, 21]. В работе были использованы геоботанические описания двух типов. Первые – описания с 30 постоянных пробных площадей (ППП), заложенных на пройденных пожарами территориях в 2011 и 2012 гг.: в центральной части заповедника по линии профиля, состоящего из северной на правом берегу р. Малая Чёрная (11 ППП в кв. 37/38, 61/62, 89/90) и южной на междуречье рек Большая Чёрная и Пугай (9 ППП в кв. 167/168, 189/190, 204/205) частей; а также по линии профиля, расположенного вдоль бывшей УЖД преимущественно в восточной части заповедника (10 ППП в кв. 96-99, 118, 123, 126, 127). К окрестностям этих профилей были приурочены ключевые участки (рис. 1). Второй тип описаний – данные с временных пробных площадей (ПП), собранные за указанный период, чьё общее количество составило 179.

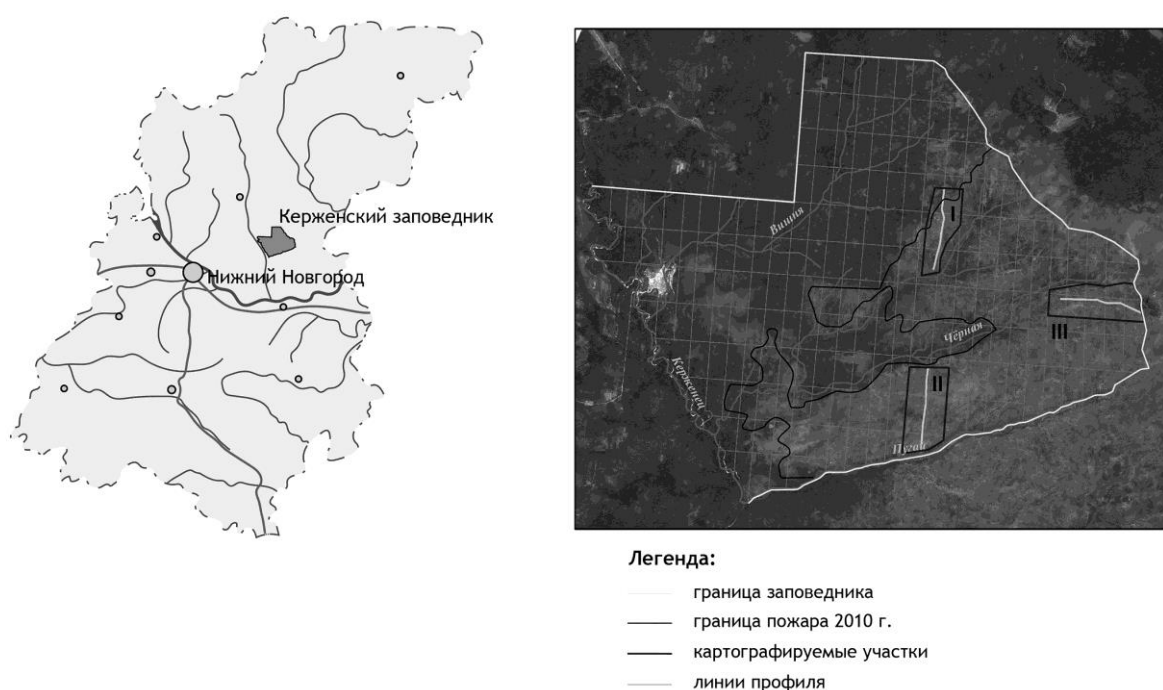


Рис. 1. Положение Керженского заповедника на территории Нижегородской области и расположение ключевых участков на его территории

Заложение временных ПП во многом определялось во время подготовки к полевому этапу: проводилось предварительное дешифрирование контуров растительности, различающихся по форме, цвету и структуре, с наметкой дополнительных точек описания. На данном этапе использовался спутниковый снимок Landsat-8 (15.07.2015), имеющий пространственное разрешение 30 м в видимом спектре. Спутниковые снимки Landsat активно используются при составлении крупномасштабных карт растительности [14, 18], поэтому, хотя их пространственное разрешение практически не подходит для составления карты в масштабе 1:25 000, применение их в качестве предварительного источника данных о территории обосновано. Также их использование обусловлено высоким временным разрешением, т.е. высокой периодичностью съёмки. Это позволяет проследить общие изменения растительного покрова на участках в ходе восстановления после пожаров [10].

Основным источником информации для создания карты послепожарного состояния растительности являлись снимки со спутника Spot-5 (05.06.2014). В панхроматическом режиме съёмки снимки с данного спутника имеют пространственное разрешение 5 м. Использование материалов съёмки спутника для составления карт возможно вплоть до масштаба 1:10 000 [3], что позволило применять эти снимки при составлении карты растительности.

Для увеличения пространственного разрешения многозонального снимка Landsat-8 была проведена операция паншарпенинга, т.е. «слияние» многозонального и панхроматического изображения, в качестве которого использовался снимок Spot-5 [26]. Проведении данной операции требовало, чтобы пространственное разрешение снимков различалось более чем в два раза, иначе алгоритмы обработки будут работать некорректно, в результате чего итоговое изображение невозможно использовать. Стоит отметить, что после процедуры

паншарпенинга снимок не пригоден для автоматизированного дешифрирования, поскольку представляет собой окрашенное панхроматическое изображение, пригодное только для визуального дешифрирования.

Основным методом составления карты являлось визуальное дешифрирование контуров растительности. Поскольку масштаб составляемой карты был весьма крупный (1:25 000), а подробность и количество подразделений легенды требовали детальности выделения контуров, то использование средств автоматизированного дешифрирования было необоснованно, так как результаты автоматизированной обработки снимка Landsat-8 не соответствовали результату требуемой детальности. В качестве вспомогательного материала использовались материалы данных открытых картографических интернет-сервисов и ранее составленной карты растительности на всю территорию заповедника, которые позволили получить исчерпывающую информацию для проведения визуального дешифрирования.

Основой легенды карты является полученная с использованием эколого-морфологического подхода [4, 13, 22] классификация послепожарных растительных сообществ.

Классификация проводилась с учётом специфики растительного покрова территории заповедника [17] и динамического состояния растительности после пожаров (неустойчивость ряда характеристик) [15, 19, 24]. В итоге получена схема, в которой на верхнем уровне наблюдается разделение сообществ по признаку сохранности (наличия) древесного яруса: по сути – разделение на лесной и «нелесной» («травяной», «луговой») типы растительности. В составе лесов выделены пять формаций.

Последующее составление легенды и самих карт на ключевые участки учитывало динамичность растительного покрова за период наблюдений, в первую очередь, на основе данных ППП. Полученные карты на ключевые участки (как и итоговая карта в дальнейшем) отражают состояние растительного покрова на шестой год после пожаров. Выбор именно этого периода был обусловлен тем, что на 5–6-й гг. после пожаров произошёл массовый вывал погибшего древостоя.

### Результаты и их обсуждение

В результате обработки указанных материалов были составлены фрагменты карты растительности на ключевые участки (рис. 2). Полученная легенда во многом основана на необходимости отображения, с одной стороны, степени сохранности сообществ после пожаров (во многом связанной с типами пожара и температурой горения), с другой, динамичности сообществ. Исходя из этого, на этапе создания классификации растительности появилась возможность использования (с учётом соответствующих дополнений) этой же классификационной схемы в будущем, а значит, – возможность отображения «перехода» одного номера легенды в другой вслед за восстановлением растительного покрова и переходом одного фитоценоза в другой. В итоге полученная классификационная схема и легенда, включая карту, служат удобным инструментом прогнозирования хода восстановления растительного покрова.

В легенде, представленной в табличном виде, отражены классификационные принципы. Как лесные, так и «нелесные» сообщества отнесены к одним и тем же классам ассоциаций: сфагновые, долгомошные, травяные и травяно-кустарничковые. Особо выделены сообщества со значительным участием подроста берёзы, как наиболее динамично изменяющиеся по данным стационарных наблюдений. В качестве особой безранговой единицы показаны черноольховые заросли, также активно разрастающиеся после пожаров. В целом легенда содержит 41 номер.

На полученных картах для ключевых участков чётко прослеживаются закономерности пространственного распределения послепожарных сообществ.

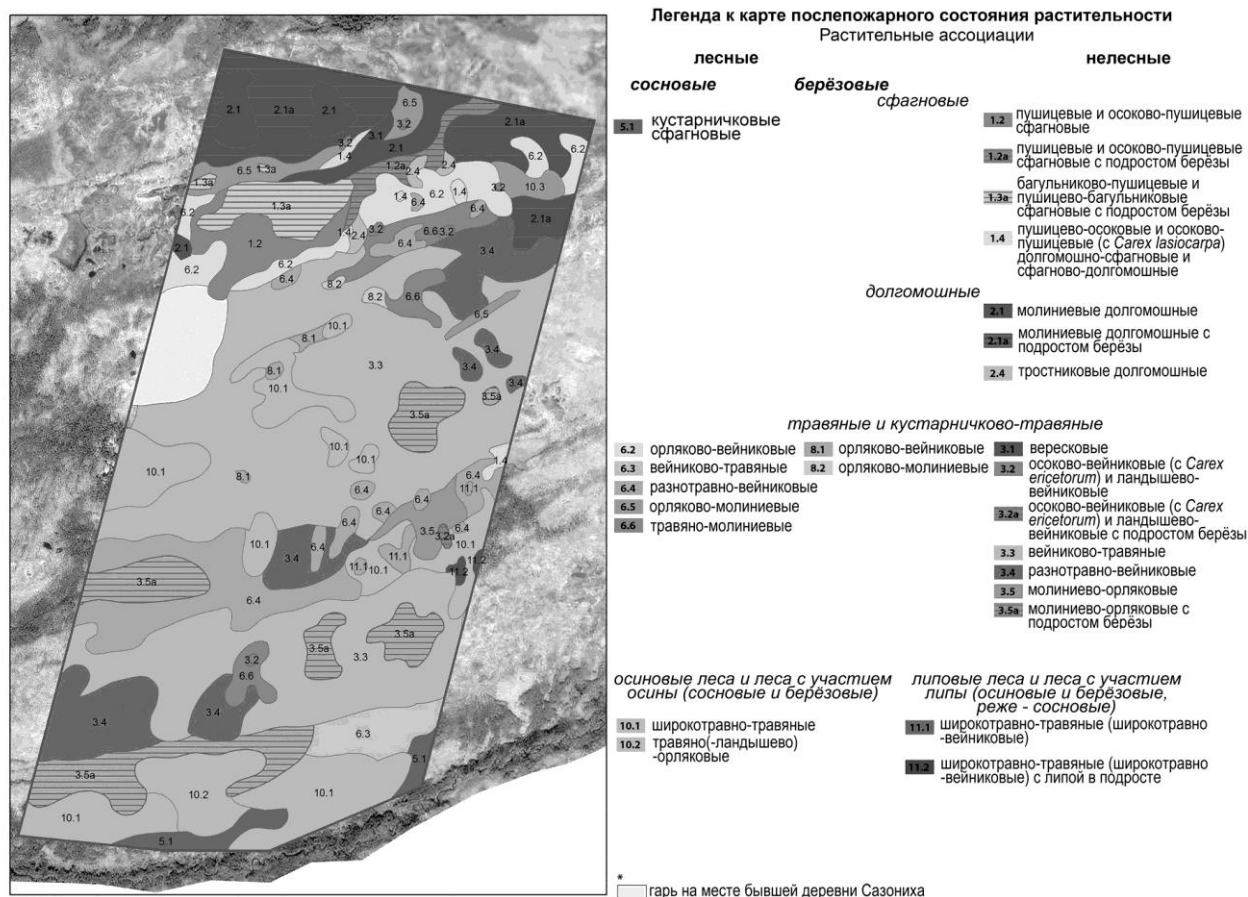


Рис. 2. Карта послепожарного состояния растительности на ключевой участок II и легенда к ней

Центральное положение в растительном покрове пройденных верховыми и, в какой-то мере, низинными пожарами территорий занимают долгомошные сообщества, приуроченные к разнообразным понижениям и нижним и средним частям склонов грив, и травяные, и кустарничково-травяные, связанные, преимущественно (за исключением тростниковых сообществ) с вершинными поверхностями грив и верхними и средними частями склонов. Отметим, что ряд сообществ можно признать своего рода переходными между этими классами. К таковым, например, относятся молиниевые-орляковые сообщества, связанные с локальными небольшими понижениями или невысокими гривами: здесь появление влаголюбивых видов носит временный характер и обусловлено подъёмом уровня грунтовых вод в первые годы после пожара.

Среди долгомошных сообществ преобладают молиниевые, большей частью связанные с локальными понижениями. Они возникли в основном на месте сосновых молиниевых, реже – черничных лесов. Реже встречаются пушицевые и осоково-пушицевые долгомошные и сфагново-долгомошные сообщества, приуроченные к плоским слабообводнённым низинам среди невысоких песчаных гряд. Местами встречаются участки долгомошных сообществ, почти лишённые травяно-кустарничкового яруса. Особо выделяются сообщества со значительно развитым (в ряде случаев с проективным покрытием до 80–100%) берёзовым подростом преимущественно семенного происхождения. В своём происхождении они зачастую связаны с сосновыми молиниевыми долгомошными лесами. Рогозовые долгомошные сообщества, представленные по локальным понижениям в долинах рек, являются послепожарными производными от небольших сфагновых болот с единичными деревьями. Отметим также, что к долгомошным сообществам наиболее близки выделенные, исходя из новых данных, как безранговая единица заросли ивы пепельной, приуроченные большей частью к окраинам лесоболотных массивов.

Среди травяных и кустарничково-травяных (с большим или меньшим участием вереска и брусники) сообществ наибольшее распространение получили молиниево-орляковые сообщества и их вариант с обильным подростом берёзы. Так же значительную роль играют осоково-вейниковые (с осокой верещатниковой и вейником наземным). Большей частью они сформировались на месте сосновых вейниковых и сосновых вейниковых лишайниковых лесов, частично – на месте сосняков брусничных. Небольшие площади по вершинам грив занимают вересковые (реже – молиниево-вересковые при небольшой высоте гривы) сообщества, появившиеся, вероятно, при сгорании вересковых пустошей, сосняков вересковых и сосняков лишайниковых.

На ключевом участке в окрестностях кордона Сазониха (рис. 2) ведущую роль в растительном покрове играют условно-выделяемые по присутствию степных элементов и общему богатству травяно-кустарничкового яруса разнотравно-вейниковые сообщества, развившиеся на месте также обогащённых степными видами, сосновых вейниковых, брусничных и травяных лесов.

На карте участка чётко выделяется ориентированная с востока-северо-востока на запад-северо-запад полоса сравнительно высокосохранных сообществ с преобладанием комплекса сосновых разнотравно-вейниковых лесов и осиновых лесов и сообществ с участием осины широколиственно-травяных. Последующее детальное обследование этой территории позволило выявить ядро этого комплекса – сообщества с участием липы в древостое и подросте и богатым травяно-кустарничковым ярусом, содержащим целый ряд редких как для заповедника, так и для Заволжья видов, а также обосновать его уникальное значение для послепожарного восстановления растительности [9] и расширить представления о роли липово-сосновых лесов в растительном покрове биома [8].

### Выводы

Сложившаяся в Керженском заповеднике ситуация, когда восстановление подверженных циклическим катастрофическим пожарам лесов, испытавших также значительные антропогенные воздействия, впервые проходит без вмешательства человека уникальна. Познание пространственных закономерностей этого процесса невозможно без создания карт послепожарного состояния растительного покрова.

Установлено, что методика визуального дешифрирования контуров растительности с последующей проверкой и уточнением результатов при полевых исследованиях подходит для составления крупномасштабных карт растительности и особенно применима в том случае, когда средства автоматизированного дешифрирования не позволяют выделить установленные типы сообществ из-за детальности классификации.

При составлении карт по ключевым участкам использовался обширный массив данных полевых исследований, их периодичность позволила последовательно обследовать все отмеченные на предварительном этапе дешифрирования контуры. В результате, в итоговом варианте легенды были отражены все типы сообществ, встречающиеся на послепожарной территории, с учётом их перспективной динамики. Предусмотрена возможность использования дополненной легенды при повторных исследованиях в будущем.

Совокупный охват трёх ключевых участков – около 30 км<sup>2</sup>, что составляет около 15% послепожарной или 6,4% всей территории. В дальнейшем на основе полученных карт на ключевые участки возможно составление карты растительности на всю пройденную пожарами территорию заповедника.

### Библиографический список

1. Абатуров А.М. Полесья Русской равнины в связи с проблемой их освоения. М.: Мысль, 1968. 246 с.
2. Аверина И.А. Пожары на территории Керженского заповедника // Труды ГПЗ «Керженский». Нижний Новгород, 2001. Т. 1. С. 404–414.

3. Адров В.Н., Карионов Ю.И., Титаров П.С., Чекурин А.Д. Критерии выбора данных ДЗЗ для топографического картографирования. URL: <http://www.racurs.ru/?page=466> (дата обращения: 20.04.2019).
4. Александрова В.Д. Классификация растительности. Обзор принципов классификации и классификационных систем в разных геоботанических школах. Л.: Наука, 1969. 276 с.
5. Биомы России. Карта М 1:7 500 000 для высших учебных заведений / под ред. Г.Н. Огуревой. М., 2016.
6. Денисов А.К. Лесные пожары в лесном Среднем Заволжье в 1921 и 1972 гг. и их уроки // Горение и пожары в лесу. Красноярск: Наука, 1979. Ч. 3. С. 20–23.
7. Кадетов Н.Г., Садков С.А., Урбанавичуте С.П., Кораблёва О.В. Пожары 2010 г. в Керженском заповеднике: первые результаты обследования // Антропогенная трансформация природной среды. Пермь, 2011. С. 94–99.
8. Кадетов Н.Г. О роли липово-сосновых лесов в растительном покрове Заволжья и Приуралья // Антропогенная трансформация природной среды. 2017. №3. С. 46–48.
9. Кадетов Н.Г. Флористические особенности сообществ с участием липы и осины на пройденных пожарами территориях в Заволжье // Самарская лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т. 27. №4(1). С. 131–136.
10. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И. Аэрокосмические исследования динамики географических явлений. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. 206 с.
11. Коломыц Э.Г., Юнина В.П., Сидоренко М.В., Воротников В.П. Экосистемы хвойного леса на зональной границе (организация, устойчивость, антропогенная динамика). Нижний Новгород: Изд-во Института экологии Волжского бассейна РАН, 1993. 347 с.
12. Константинов А.В. Жаровой лес. Нижний Новгород, 2004. 71 с.
13. Лавренко Е.М. Основные закономерности растительных сообществ и пути их изучения // Полевая геоботаника. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1961. Т. 1. С. 13–75.
14. Лошкарёва А.Р., Королёва Н.Е. Методические особенности крупномасштабного картографирования растительного покрова лесотундры // Арктика и Север. 2013. №10. С. 125–159.
15. Мелехов И.С. Влияние пожаров на лес. М.; Л.: Гос. лесотехн. изд-во, 1948. 126 с.
16. Методы изучения лесных сообществ. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2002. 240 с.
17. Попов С.Ю. Структура и динамика растительности Керженского заповедника // Труды ГПБЗ «Керженский». Нижний Новгород, 2010. Т. 4. 96 с.
18. Попов С.Ю. Геоботаническая карта Пинежского заповедника // Геоботаническое картографирование. 2018. С. 3–18.
19. Преображенская Е.С., Попов С.Ю. Растительность гарей Ветлужско-Унженского междуречья // Структура и динамика экосистем южнотаёжного Заволжья. М., 1989. С. 64–86.
20. Садков С.А., Козлов Д.Н. Крупномасштабная ландшафтная карта Керженского заповедника // Труды ГПБЗ «Керженский». Нижний Новгород, 2014. Т. 6. С. 8–54.
21. Сукачёв В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 144 с.
22. Шенников А.П. Введение в геоботанику. Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. 448 с.
23. Физико-географическое районирование СССР. Характеристика региональных единиц. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1968. 566 с.
24. Фуряев В.В., Киреев Д.М. Изучение послепожарной динамики лесов на ландшафтной основе. Новосибирск: Наука, 1979. 160 с.
25. Фуряев В.В., Заблоцкий В.И., Черных В.А. Пожароустойчивость сосновых лесов. Новосибирск: Наука, 2005. 160 с.
26. Xiangchao M., Huanfeng S., Huifang L., Liangpeic Z., Randia F. Review of the pansharpening methods for remote sensing images based on the idea of meta-analysis: Practical discussion and challenges // Information Fusion. 2019. V. 46. P. 102–113.



## References

1. Abaturov, A.M. (1968), *Poles'ya Russkoj ravniny v svyazi s problemoj ikh osvoeniya* [Polesie of Russian Plain in connection with the problem of their development], Mysl', Moscow, Russia.
2. Averina, I.A. (2001), "Fires in the Kerzhensky Reserve", *Trudy SNR «Kerzhenskij»*, vol. 1, pp. 404–414.
3. Adrov, V.N., Karionov, U.I., Titarov, P.S. and Chekurin, A.D. (2019), *Kriterii vybora dannykh DZZ dlya topograficheskogo kartografirovaniya* [Criteria for the selection of remote sensing data for topographic mapping], [Online], available at: <http://www.racurs.ru/?page=466> (accessed 20 April 2019).
4. Aleksandrova, V.D. (1969), *Klassifikaciya rastitel'nosti. Obzor principov klassifikacii i klassifikacionnykh sistem v raznykh geobotanicheskikh shkolakh* [Classification of vegetation. Overview of the principles of classification and classification systems in various geobotanical schools], Nauka, Leningrad, Russia.
5. Ogureeva, G.N. (ed.) (2016), *Biomy Rossii. Karta M 1:7 500 000 dlya vysshikh uchebnykh zavedenij* [The Biomes of Russia. Map Scale 1: 7,500,000 for higher education institutions], Finansovyj i organizacionnyj konsalting, Moscow, Russia.
6. Denisov, A.K. (1979), "Forest fires in the Forest Middle Volga in 1921 and 1972 and their lessons", *Gorenje i pozhary v lesu. Chast' 3* [Burning and fires in the forest. Part 3], Nauka, Krasnoyarsk, Russia, pp. 20–23.
7. Kadetov, N.G., Sadkov, S.A., Urbanavichute, S.P. and Korablyova, O.V. "The fires of 2010 in the Kerzhensky Reserve: first survey results" // *Antropogennaya transformaciya prirodnoj sredy*, no. 1, pp. 94–99.
8. Kadetov, N. (2017), "The Role Of Lime-Pine Forests In Vegetation Cover Of Zavolzhye And Priuralie", *Antropogennaya transformaciya prirodnoj sredy*, no. 3, pp. 46–48.
9. Kadetov, N.G. (2018), "Floristic features of communities with participation of lime and ash on after-forestfire territories of Zavolzhie", *Samarskaya Luka: problems of regional and global ecology*, vol. 27, no. 4(1), pp. 131–136.
10. Knizhnikov, Yu.F. and Kravtsova, V.I. (1991), *Aerokosmicheskie issledovaniya dinamiki geograficheskikh yavlenij* [Aerospace studies of the dynamics of geographical phenomena], Izdatel'stvo MSU, Moscow, Russia.
11. Kolomytz, E.G., Yunina, V.P., Sidorenko, M.V. and Vorotnikov, V.P. (1993), *Ekosistemy khvojnogo lesa na zonal'noj granice (organizaciya, ustojchivost', antropogennaya dinamika)* [Ecosystems of coniferous forest at the zonal border (organization, sustainability, anthropogenic dynamics)], Institute of Ecology of the Volga Basin RAS, Nizhnij Novgorod, Russia.
12. Konstantinov, A.V. (2004), *Zharovoj les* [Firewood], Nizhnij Novgorod, Russia.
13. Lavrenko, E.M. (1961), "The main patterns of plant communities and ways to study them", *Polevaya geobotanika. Tom 1* [Field geobotany. Volume 1], Izdatel'stvo AN USSR, Moscow-Leningrad, Russia, pp. 13–75.
14. Loshkareva, A.R. and Koroleva, N.E. (2013), "Methodical features of large-scale mapping of forest-tundra plant cover", *Arctic and North*, no. 10, pp. 125–159.
15. Melekhov, I.S. (1948), *Vliyanie pozharov na les* [The impact of fires on the forest], Gosudarstvennoe lesotekhnicheskoe izdatel'stvo, Moscow-Leningrad, Russia.
16. *Metody izucheniya lesnykh soobshchestv* [Methods of studying forest communities] (2002), SPbSU, Saint-Petersburg, Russia.
17. Popov, S.Yu. (2010), "The structure and dynamics of the vegetation of the Kerzhensky Reserve", *Trudy SNBR «Kerzhenskij»*, vol. 4, pp. 1–96.
18. Popov, S.Yu. (2018), "Geobotanical Map of the Pinezhsky Reserve", *Geobotanicheskoe kartografirovanie*, Special Issue, pp. 3–18.
19. Preobrazhenskaya, E.S. and Popov, S.Yu. (1989), "Vegetation of the mountains of the Vetluga-Unzha interfluve", *Struktura i dinamika ekosistem yuzhnotayozhnogo Zavolzh'ya* [The

structure and dynamics of the ecosystems of the southern taiga in Zhavozhie], Moscow, Russia, pp. 64–86.

20. Sadkov, S.A. and Kozlov, D.N. (2014), “Large-scale landscape map of the Kerzhensky Reserve”, *Trudy SNBR «Kerzhenskij»*, vol. 6, pp. 8–54.

21. Sukachyov, V.N. and Zonn, S.V. (1961), *Metodicheskie ukazaniya k izucheniyu tipov lesa* [Guidelines for the study of forest types], Izdatel'stvo AN USSR, Moscow, Russia.

22. Shennikov, A.P. (1964), *Vvedenie v geobotaniku* [Introduction to geobotany], Izdatel'stvo LSU, Leningrad, Russia.

23. *Fiziko-geograficheskoe rajonirovanie SSSR. Kharakteristika regional'nykh edinic* [Physical-geographical regionalization of the USSR. Characteristic of regional units] (1968), Izdatel'stvo MSU, Moscow, Russia.

24. Furyaev, V.V. and Kireev, D.M. (1979), *Izuchenie poslepozharnej dinamiki lesov na landshaftnoj osnove* [The study of post-fire forest dynamics on a landscape basis], Nauka, Novosibirsk, Russia.

25. Furyaev, V.V., Zablotsky, V.I. and Chernykh, V.A. (2005), *Pozharoustojchivost' sosnovykh lesov* [Fire resistance of pine forests], Nauka, Novosibirsk, Russia.

26. Xiangchao, M., Huanfeng, S., Huifang, L., Liangpeic, Z. and Randia, F. (2019) “Review of the pansharpening methods for remote sensing images based on the idea of meta-analysis: Practical discussion and challenges”, *Information Fusion*, vol. 46, pp. 102–113.

Поступила в редакцию: 29.04.2019

#### Сведения об авторах

#### About the authors

##### Кадетов Никита Геннадьевич

научный сотрудник кафедры биогеографии,  
Московский государственный университет  
им. М.В. Ломоносова;  
Россия, 119991, Москва, Ленинские горы,  
д. 1

##### Nikita G. Kadetov

Researcher, Department of biogeography,  
Lomonosov Moscow State University;  
1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia

e-mail: e-mail: biogeonk@mail.ru

##### Гнеденко Ангелина Евгеньевна

аспирант, Институт географии РАН;  
Россия, 119017, Москва, Старомонетный  
пер., 29

##### Angelina E. Gnedenko

Graduate Student, Institute of Geography of  
Russian Academy of Sciences;  
29, Staromonetny pereulok, Moscow, 119017,  
Russia

e-mail: gnedenko.a.e@mail.ru

#### Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Кадетов Н.Г., Гнеденко А.Е. Подходы к картографированию пройденных пожаром лесов в условиях заповедного режима // Географический вестник = Geographical bulletin. 2019. №2(49). С. 148–157. doi 10.17072/2079-7877-2019-2-148-157.

#### Please cite this article in English as:

Kadetov N.G., Gnedenko A.E. Approaches to the mapping of forests covered by fire in the conditions of the reserved regime // Geographical bulletin. 2019. №2(49). P. 148–157. doi 10.17072/2079-7877-2019-2-148-157