

УДК 550.423
DOI 10.17513/use.38213

ПРОБЛЕМА УСТАНОВЛЕНИЯ ГРАНИЦ ЗОН ЗАЩИТНЫХ КАТЕГОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ ТЕСТОВОГО УЧАСТКА СЫКТЫВДИНСКОГО ЛЕСХОЗА)

¹Евграфова И.М., ²Евграфов А.В., ¹Симонян В.В.,
³Чертес К.Л., ⁴Сидоренко А.В., ⁵Кузнецова О.Г.

¹ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет», Москва, e-mail: irina-sen811.yandex.ru;

²ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА
имени К.А. Тимирязева», Москва, e-mail: evgrafov-aleksey@mail.ru;

³ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара,
e-mail: chertes2007@yandex.ru;

⁴ПАО «МОЭК», Москва, e-mail: sidorenko@yandex-sidorenko.ru;

⁵ГБОУ «Школа № 1212», Москва, e-mail: o-g-k@list.ru

Актуальность темы исследования обусловлена несовершенством действующих подходов к выделению защитных лесов вдоль рек, в результате чего эти территории не в полной мере выполняют возложенные на них функции, либо необоснованно выведены из хозяйственного оборота. Цель работы – выделить категорию водоохранно-защитных лесов на основе научно обоснованного метода с применением ГИС-технологий на примере тестового участка на р. Сысола (в Сыктывдинском лесхозе). Современные ГИС-технологии предоставляют широкий спектр инструментов, позволяющих применять научно обоснованные подходы к выделению защитных лесов вдоль рек на основе всестороннего географического анализа. Для выделения водоохранно-защитной категории лесов на базе ГИС-технологий использовались следующие материалы: данные дистанционного зондирования Земли (многозональные космические снимки среднего пространственного разрешения, полученные со спутника Sentinel 2A/2B, снимки высокого и сверхвысокого пространственного разрешения, доступные на картографических сервисах в открытых источниках); топографические карты масштаба 1:100000 с высотой сечения рельефа 10 м; электронные лесные карты, совмещенные с таксационными базами данных. В результате исследования были изучены роль и функции защитных лесов вдоль рек, рассмотрены различные подходы к выделению защитных лесов вдоль рек, апробирован научно обоснованный метод выделения водоохранно-защитных лесов М.В. Рубцова на основе применения ГИС-технологий на тестовом участке, дана оценка результатов выделения водоохранно-защитных лесов на рассматриваемом участке.

Ключевые слова: геоэкология, лесные карты, защитные зоны, ГИС-технологии, географический анализ

THE PROBLEM OF ESTABLISHING THE BOUNDARIES OF ZONES OF PROTECTIVE CATEGORIES (ON THE EXAMPLE OF A TEST SITE OF SYKTYVKAR FORESTRY)

¹Evgrafova I.M., ²Evgrafov A.V., ¹Simonyan V.V.,
³Chertes K.L., ⁴Sidorenko A.V., ⁵Kuznetsova O.G.

¹National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, e-mail: irina-sen811.yandex.ru;

²Russian State Agrarian University named after K.A. Timiryazev, Moscow,
e-mail: evgrafov-aleksey@mail.ru;

³Samara State Technical University, Samara, e-mail: chertes2007@yandex.ru;

⁴PJSC MOEK, Moscow, e-mail: sidorenko@yandex-sidorenko.ru;

⁵School 1212, Moscow, e-mail: o-g-k@list.ru

The relevance of the research topic is due to the imperfection of existing approaches to the allocation of protective forests along rivers, as a result of which these territories do not fully perform their assigned functions, or are unreasonably withdrawn from economic circulation. The purpose of the work is to identify the category of water protection forests based on a scientifically based method using GIS technologies on the example of a test site on the Sysola River (in Syktyvkar forestry). Modern GIS technologies provide a wide range of tools that allow us to apply scientifically based approaches to the allocation of protective forests along rivers based on a comprehensive geographical analysis. To identify the water protection and protective category of forests based on GIS technologies, the following materials were used: remote sensing data of the earth (multi-zone satellite images of medium spatial resolution obtained from the Sentinel 2A/2B satellite, high and ultra-high spatial resolution images available on cartographic services in open sources); topographic maps of 1:100000 scale with a cross-section height terrain of 10 meters; electronic forest maps combined with tax databases. As a result of the study, the role and functions of protective forests along rivers were studied, various approaches to the allocation of protective forests along rivers were considered, a scientifically based method for allocating water protection and protective forests by M.V. Rubtsov was tested based on the use of GIS technologies in a test site, and the results of allocating water protection and protective forests in the area under consideration were evaluated.

Keywords: geoecology, forest maps, protective zones, GIS technologies, geographical analysis

Вследствие повышенного антропогенного воздействия речные долины являются объектом сосредоточения и развития эрозионных процессов, засорения и загрязнения почвы, воды и воздуха [1, 2]. Леса в долинах рек, а также на непосредственно прилегающих к ним территориях выполняют целый ряд хозяйственных и биосферных функций: являются источником древесины и недревесных продуктов и полезных лесов; преобразуют климатические факторы и создают благоприятный климат для человека, животных и растений; предотвращают или замедляют водную и ветровую эрозию; аккумулируют продукты эрозии, перехватывая частицы и предметы минерального, органического и другого происхождения; очищают воздух и воду от загрязнений; обогащают воздух кислородом и антибактериальными веществами; снижают шум [3].

Таким образом, леса вдоль рек имеют исключительно важное значение, как для народного хозяйства, так и для полноценного существования человека. Поэтому в них необходимо ведение особого режима хозяйства, направленного на сохранение защитных и санитарных функций леса. Для этого устанавливается категория водоохранных защитных лесов (ВЗЛ) вдоль рек [4].

В настоящее время леса вдоль большинства рек отнесены к защитным лесам различных категорий (относимым к лесам водоохранных зон, защитным полосам автомобильных и железных дорог или к ценным лесам, включающим запретные полосы лесов вдоль водных объектов и нерестоохраняемые). Для выделения применялся директивный метод, т.е. эти категории определялись путем присвоения им определенной ширины, в зависимости от протяженности реки без учета природно-климатических условий речной долины. Поэтому существующие защитные леса вдоль рек не могут полностью обеспечить выполнение возложенных на них функций: на отдельных участках ширина защитных лесов необоснованно завышена, а на других – уменьшена. Так, для р. Сысолы длиной 487 км директивно выделена нерестоохраняемая зона 800 м и водоохранная зона 200 м.

В то же время существуют научно обоснованные методы выделения защитных лесов вдоль рек. Так, метод М.В. Рубцова [5] основан на анализе морфометрических элементов речной долины, но метод не нашел широкого применения на практике ввиду сложности определения параметров морфометрических элементов речной долины.

Современные ГИС-технологии предоставляют широкий спектр инструментов, позволяющих применять научно обоснованные подходы к выделению защитных лесов вдоль рек на основе всестороннего географического анализа.

Цель исследования – выделить категорию водоохранных защитных лесов (ВЗЛ) на основе научно обоснованного метода с применением ГИС-технологий на примере тестового участка на р. Сысола (в Сыктывдинском лесхозе).

Задачи исследования:

- 1) изучение литературных источников, материалов лесоустройства, архивных данных;
- 2) подбор картографических материалов, аэрокосмических снимков, выделительных баз данных;
- 3) подготовка, установка, тестирование программных продуктов;
- 4) выделение категории водоохранных защитных лесов морфометрическим методом на базе ГИС-технологий;
- 5) подведение итогов и результатов исследования.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования был тестовый участок на р. Сысола в Сыктывдинском районе. Сыктывдинский лесхоз (лесничество) находится в юго-западной части Республики Коми. Рельеф представляет полого-увалистую равнину, расчлененную развитыми речными долинами, почти плоскую в междуречьях. Почвы – пойменные, сильно подзолистые, подзолисто-болотные. Территория района расположена в подзоне средней тайги. Леса елово-сосновые с примесью березы, ольхи, осины.

М.В. Рубцов к категории ВЗЛ рекомендует относить пойму, склоны коренных берегов крутизной более 6° и водопоглощающую полосу [6]. Пойма реки и склоны коренных берегов составляют долинную часть норматива категории ВЗЛ, вдоль границ которой выделяется водопоглощающая полоса.

Для определения норматива категории водоохранных защитных лесов рекомендуется следующий порядок работ:

1. Выделение склонов коренных берегов крутизной более 6° по топографическим картам.
2. Выделение поймы реки по топографическим картам, аэрофотоснимкам, космическим снимкам, результатам полевых исследований. При этом пойма определяется по характерным признакам: наличием озера, стариц, аллювиальных наносов и на-

носов из прошлогодних ветвей, травы и т.п., гривистой структуре насаждений.

3. Выделение водопоглощающих полос. Водопоглощающая полоса примыкает к склонам крутизной более 6° , а при их отсутствии – к пойме реки. Ширина водопоглощающей лесной полосы зависит от крутизны склона, механического состава и водно-физических свойств почвы, лесоводственной характеристики насаждений в полосе, длины линии тока от ближайшего водораздела на концентрированной вырубке до водопоглощающей полосы и др. Эти факторы на склонах чрезвычайно изменчивы не только вдоль одной реки, но и в пределах каждого квартала в лесничестве. При определении водопоглощающих полос следует рассматривать только преобладающие в квартале или даже лесничестве уклон, механический состав почв и древесную породу в насаждениях на данной территории. Р.Д. Жилкиным была составлена таблица ширины полос в зависимости от механического состава почв, уклона территории и преобладающей породы. М.В. Рубцов на основе этой таблицы рекомендует применять следующие придержки при определении ширины водопоглощающих полос [7]:

50 м – для насаждений всех древесных пород на песчаных почвах с уклоном территории до 10° , и на супесчаных и суглинистых почвах с уклоном до 5° ;

100 м – для суглинистых почв с уклоном территории до 5° и супесчаных почв – с уклоном $6-10^\circ$;

150 м – для насаждений всех древесных пород, кроме ели, произрастающих на суглинистых почвах при уклоне территории $6-10^\circ$; 200 м – для еловых насаждений, произрастающих на суглинистых почвах при уклоне $6-10^\circ$.

М.В. Рубцов предложил также использовать стандартную ширину водопоглощающей полосы, равную 100 м. Это значение соответствует необходимой ширине водопоглощающей полосы для критических условий.

Выделение ВЗЛ по научно обоснованному нормативу, предложенному М.В. Рубцовым, сопряжено с определенными трудностями, обусловленными сложностью определения морфометрических элементов долины (ширины поймы, крутизны и длины склонов и др.) [8]. Эта работа требует анализа географической, т.е. пространственно распределенной информации. Для работы с ней используют специальные географические информационные системы (ГИС)

[9]. Применение ГИС-технологий позволяет значительно упростить выделение ВЗЛ, а также повысить точность их выделения. Применение данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗ) позволяет надежно выделить пойму реки и другие элементы долины. Географический анализ электронных топографических карт дает возможность с высокой точностью выделить морфометрические элементы речной долины. ГИС-технологии упрощают операцию по выделению водопоглощающих полос, исключению болот и заболоченных участков леса и т.д. Совмещение тематических слоев ВЗЛ, полученных разными способами, с выделительной электронной картой, проведение анализа и сравнения дает возможность оценки лесоводственно-таксационной характеристики защитных лесов.

Характерной тенденцией последнего времени является стремительное расширение возможностей оперативной актуализации геоданных, а также рост объема открытой пространственной информации. В свободном доступе находятся базовые пространственные данные (проекты OpenStreetMap, VMap0, VMap1), космические снимки с детальностью 10–30 м (LANDSAT, SENTINEL), цифровые модели рельефа (SRTM, ASTER GDEM), ряд источников тематических данных. Сейчас в лесном хозяйстве используется программное обеспечение от разных производителей: MapInfo, TopoL, GeoГраф/GeoDraw, ЛабМастер, WinGIS/WinMap, ArcGIS, ArcView, MapEDIT, ForsGIS и др. Таким образом, сложившаяся ситуация демонстрирует потребность в адаптации существующих ГИС-технологий под задачи лесного хозяйства и разработку соответствующего современным требованиям программного обеспечения.

Для выделения категории ВЗЛ по морфометрическому методу М.В. Рубцова применялось следующее программное обеспечение линейки ArcGIS: ArcCatalog, ArcMap, ArcToolBox, 3D Analyst, Spatial Analyst.

Результаты исследования и их обсуждение

Выделение водоохранно-защитной категории лесов по морфометрическому методу на базе геоинформационных технологий произведено в следующей последовательности.

Для выделения склонов коренных берегов крутизной более 6° был произведен анализ рельефа местности в программном продукте Spatial Analyst. Основой были топографические карты с данными о рельефе (рис. 1).

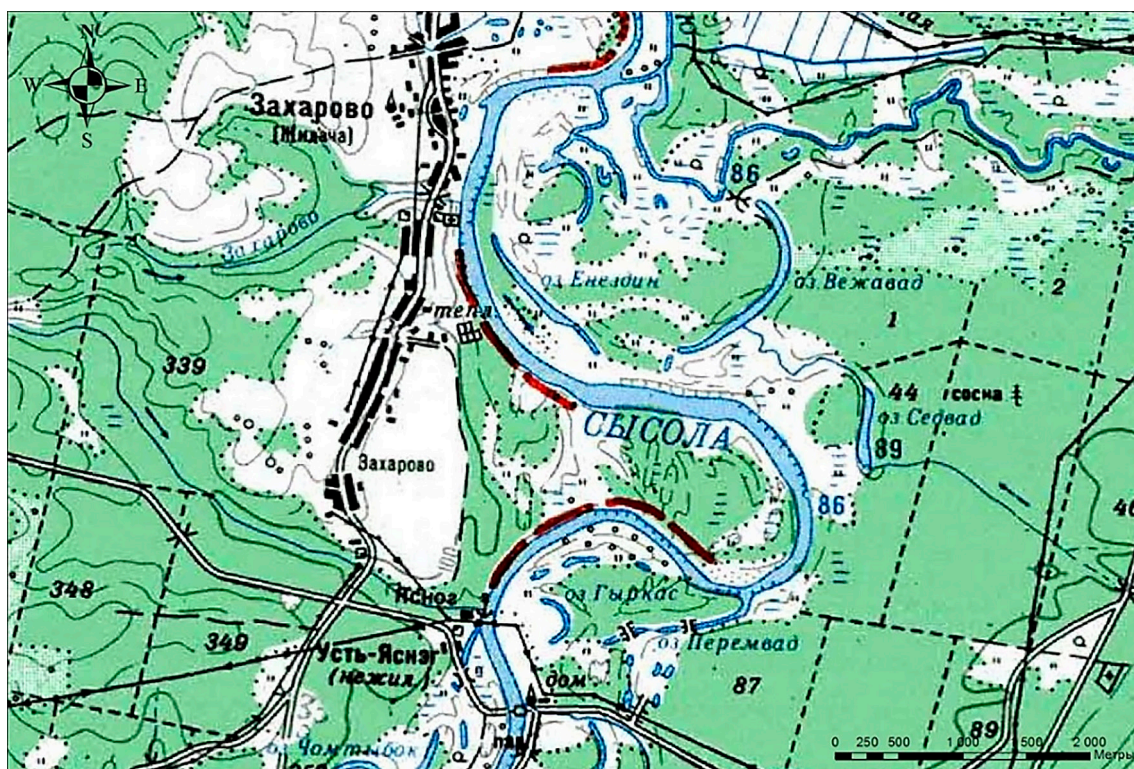


Рис. 1. Фрагмент топографической карты на тестовый участок

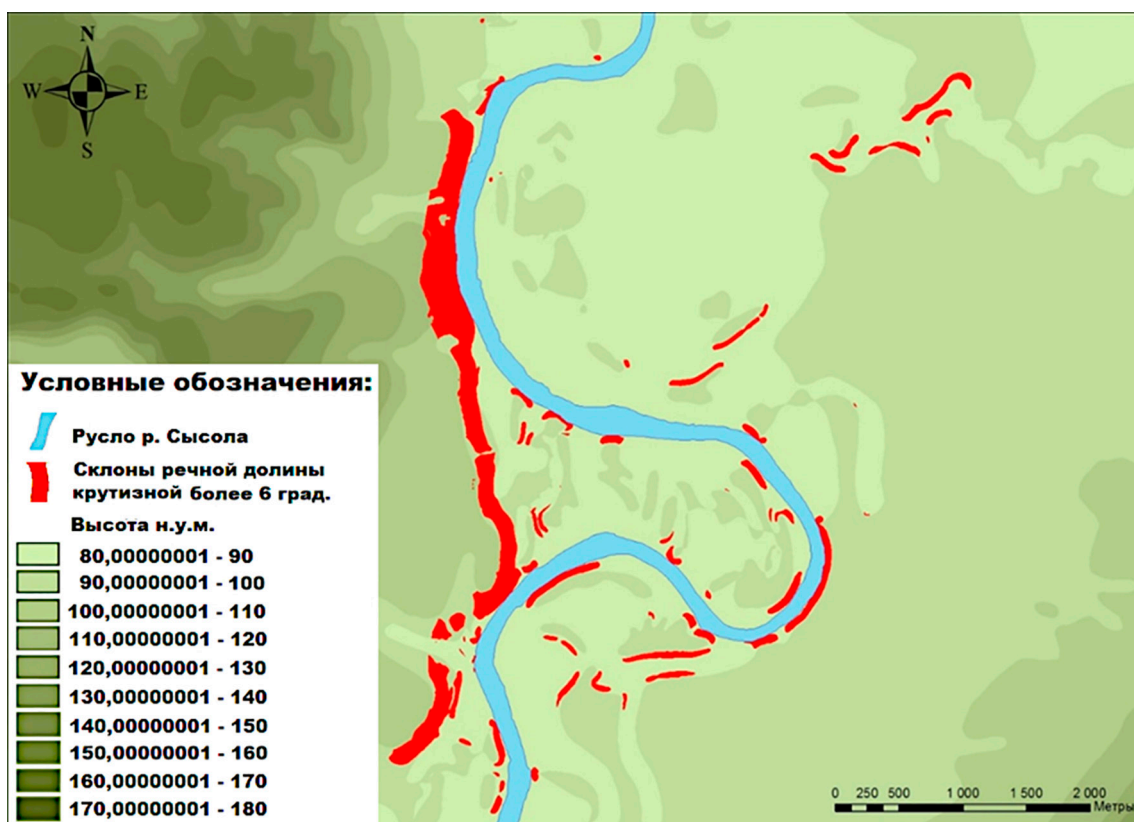


Рис. 2. Фрагмент цифровой модели рельефа долины р. Сысола и выявленные склоны коренных берегов крутизной более 6° на тестовом участке

В программном продукте ArcMap были оцифрованы изолинии рельефа и отметки высот. По этим данным в Spatial Analyst была построена цифровая модель рельефа, и на ее основе создана карта уклонов территории. Она была оформлена способом классификации таким образом, чтобы искомые участки с уклоном более 6° хорошо выделялись на фоне остальной территории (рис. 2).

Для речной поймы характерны выраженный ложбинно-грядистый рельеф, наличие аллювиальных отложений, большое количество стариц и озер, грядистая структура древостоев, т.е. лесные насаждения на пойме чередуются с открытыми пространствами, озерами и старицами. Перечисленные признаки поймы четко выражены на космических снимках. Применение снимков, полученных в период половодья, позволяет выделить речную пойму напрямую без учета косвенных признаков. В данной работе использовались снимки среднего пространственного разрешения Sentinel 2A\2B, полученные во время весеннего половодья, и снимки сверхвысокого пространственного разрешения, полученные в межливневый период.

В качестве вспомогательных использовались данные о рельефе и производные продукты, созданные путем тематической

обработки снимков Sentinel 2A\2B: классифицированное изображение и растр нормализованных дифференцированных вегетационных индексов – NDVI. Данные о ширине поймы, длине и расположению склонов коренных берегов крутизной более 6° были оцифрованы. Таким образом, была сформирована долинная часть норматива категории ВЗЛ.

Внешними границами норматива категории ВЗЛ являются водопоглотительные лесные полосы, ширина которых зависит от преобладающих уклона, механического состава почв и древесной породы на изучаемом участке местности. Инструментами ГИС на основе почвенных карт, электронных повыделных лесных карт (рис. 3) и данных о рельефе были получены эти величины, в соответствии с которыми рекомендуемая ширина полос составила 50 м для левого берега и 100 м для правого.

На рис. 4 представлена долинная часть норматива категории водоохранно-защитных лесов и водопоглотительные полосы на тестовом участке. Как видно из рис. 4, водопоглотительные полосы вдоль долины части норматива были выделены автоматически путем построения буферных зон в ArcMap и на карте представлены в виде желтых полос.

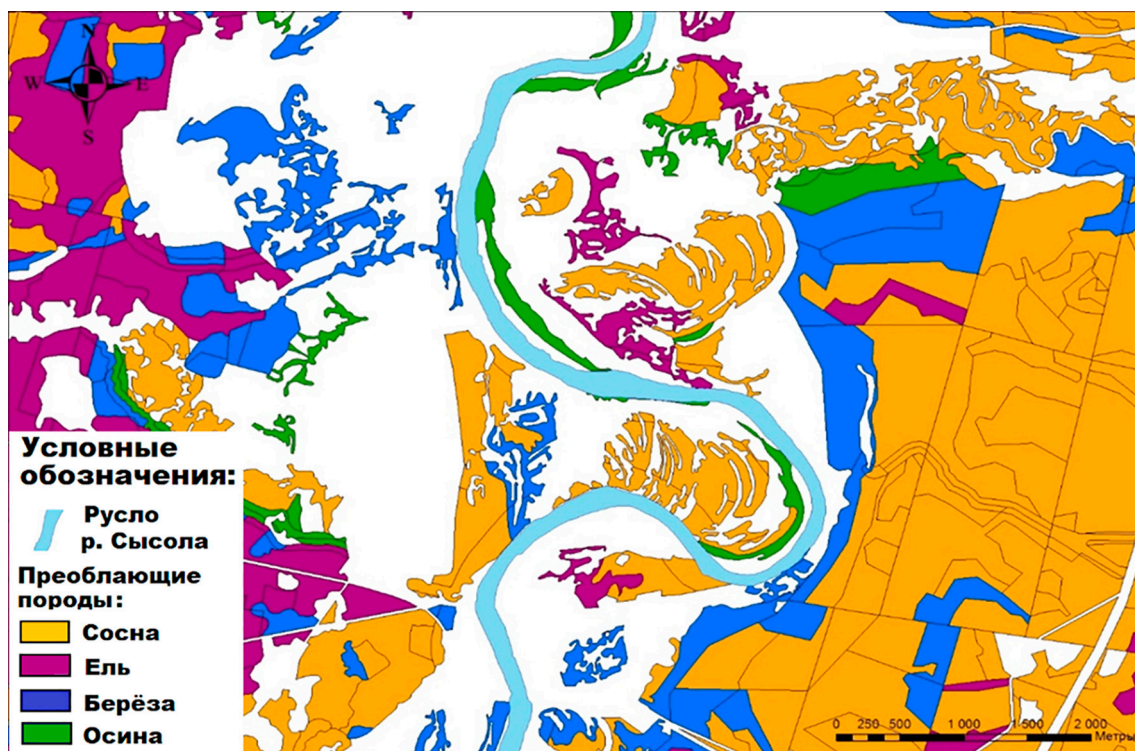


Рис. 3. Фрагмент электронной повыделной лесной карты на тестовый участок

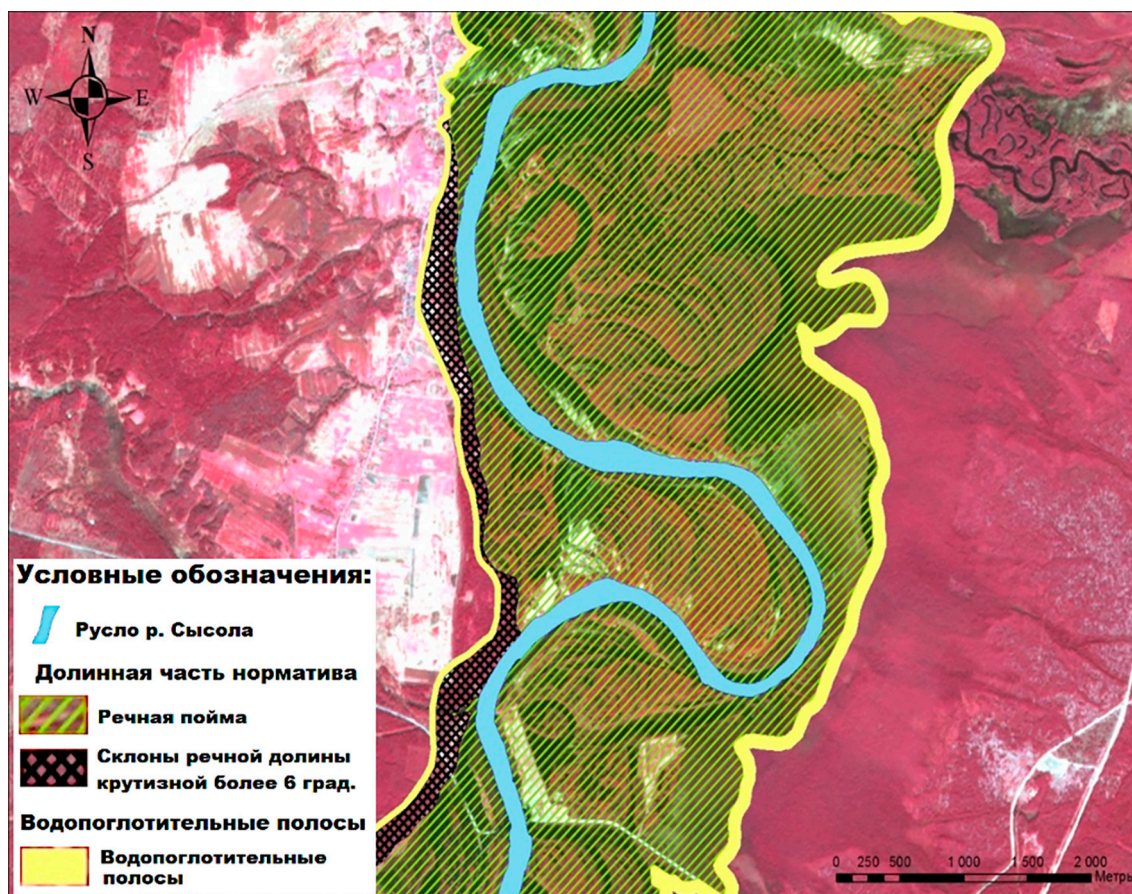


Рис. 4. Долинная часть норматива категории водоохранно-защитных лесов и водопоглощительные полосы на тестовом участке

Заключение

Характеристика лесного фонда категории ВЗЛ осуществлялась путем построения запросов к повыведельной электронной лесной карте с присоединенной к ней таксационной базе данных и вычисления статистических оценок.

Разработанный подход с помощью применения ГИС-технологий позволил произвести уточнение границ зон защитных категорий. В результате выделения ВЗЛ вдоль изучаемого участка р. Сысола Сывтындинского лесхоза по морфометрическому методу определен норматив категории ВЗЛ шириной: для левого берега – от 200 до 2500 м, для правого – от 240 до 3600 м.

Анализ правовых требований и состояния исследований по теме статьи показал, что, несмотря на сугубо нормативный подход, утвердившийся в практике проектирования и установления защитных лесных полос и водоохранных зон, интерес к научно обоснованным ландшафтно-экологическим

методам их определения по-прежнему силен. Использование компьютерных средств открывает возможности для более тщательного учета местных геоморфологических и растительных условий. Апробированный в работе метод благодаря применению технологий ГИС позволил оптимизировать границы зон защитных категорий лесов и доказать экономический и экологический эффект от их уточнения. Результаты исследования могут быть полезны специалистам проектных землеустроительных и водохозяйственных организаций, разрабатывающим проекты специальных зон и территорий, аналитикам и должностным лицам исполнительных органов власти, утверждающим их границы, а также научным работникам лесного и водного хозяйства, изучающим влияние леса на сток рек.

Список литературы

1. Султанова Д.С., Курамшина Н.Г. Эколого-правовые аспекты защитных лесов РФ и РБ незаконная вырубка в защитных лесах // Вестник науки. 2023. Т. 3, № 1 (58). С. 258–263.

2. Trujillo-Arias N., Serrano-Cardozo V.H., Ramirez-Pinilla M.P. Role of a campesine reserve zone in the Magdalena Valley (Colombia) in the conservation of endangered tropical rainforests // *Nature Conservation Research*. 2023. Т. 8, № 1. С. 49–63.
3. Выприцкий А.А. Анализ влияния геоморфологических характеристик территорий на сохранность государственных защитных лесных полос // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса // Наука и высшее профессиональное образование*. 2023. № 1 (69). С. 261–271.
4. Копылов Н.С. Загрязненность малых рек Санкт-Петербурга (река Лубья и река Оккервиль) // *Вестник науки. Серия: Науки о Земле и смежные экологические науки*. 2023. Т. 4, № 6 (63). С. 995–1002.
5. Желтова Д.В. Значение формирования водоохранных зон и прибрежных защитных полос // *Вестник науки*. 2023. Т. 4, № 8 (65). С. 440–443.
6. Слажнева С.С., Козырева Ю.В., Ненашева Г.И., Минакова А.Е. Оценка экологического состояния малых рек Алтайского края (на примере реки Касмала) // *Региональная экономика и управление: электронный научный журнал*. 2023. № 2 (74). С. 1–11.
7. Андреева А.М. К вопросу о несовершенстве юридической техники в земельном законодательстве на примере определения объектов, в отношении которых устанавливаются санитарно-защитные зоны // *Хозяйство и право*. 2023. № 7 (558). С. 54–62.
8. Желтова Д.В. Этапы определения границ водоохранных зон и прибрежных защитных полос водных объектов // *Вестник науки*. 2023. Т. 4, № 8 (65). С. 455–458.
9. Мартынюк А.А., Турчин Т.Я., Корнеев А.Б. Изученность государственных защитных лесных полос европейской части Российской Федерации: аналитический обзор // *Лесохозяйственная информация*. 2023. № 3. С. 55–76.