

Научная статья

Original article

УДК 912.4+332.2

doi: 10.55186/2413046X_2025_10_5_127

**ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ЗЕМЕЛЬНОГО ИМУЩЕСТВА ДЛЯ АВТОДОРОЖНОГО
СТРОИТЕЛЬСТВА**

**GEOINFORMATION SUPPORT OF THE REDISTRIBUTION OF LAND
PROPERTY FOR ROAD CONSTRUCTION**



Брыжко Илья Викторович, к.э.н., доцент кафедры картографии и геоинформатики, ФГАОУ ВО Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, E-mail: zemproekt@yandex.ru

Шувалова Полина Викторовна, кафедра картографии и геоинформатики, ФГАОУ ВО Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, E-mail: shuvalova.poly@yandex.ru

Брыжко Виктор Геннадьевич, д.э.н, профессор, заведующий кафедрой землеустройства, ФГБОУ ВО Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова, Пермь, E-mail: bryzhko@bk.ru

Bryzhko Ilya Viktorovich, PhD in Economics, Associate Professor, Department of Cartography and Geoinformatics, Perm State University, Perm, E-mail: zemproekt@yandex.ru

Shuvalova Polina Viktorovna, Department of Cartography and Geoinformatics, Perm State University, Perm, E-mail: shuvalova.poly@yandex.ru

Bryzhko Viktor Gennadievich, Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Land Management, Perm State Agro-Technological University, Perm, E-mail: bryzhko@bk.ru

Аннотация. Развитие экономических процессов и систем неизбежно сопровождается перераспределением дефицитных ресурсов и активов, включая земельно-имущественные комплексы фиксированные территориально. Решение вопросов межсубъектного перераспределения земельного имущества достигается посредством территориального землеустройства, проект которого в традиционной форме состоит из текстовой и графической частей, как правило, разрабатываемых различными исполнителями обособленно друг от друга. Кроме того, процесс землеустроительного проектирования производится отдельно от процесса технического (строительного) проектирования и последовательно продолжает его. Использование современных ГИС-технологий позволяет добиться существенного улучшения проектного производственного процесса. В настоящей работе представлены результаты разработки и обоснования авторской концепции геоинформационного обеспечения процесса перераспределения земельных участков при реконструкции автомобильной дороги. В качестве примера рассмотрен муниципальный объект, расположенный в Нытвенском городском округе Пермского края. В рамках исследования были разработаны следующие картографические продукты: карта уклонов местности, цифровая модель рельефа (ЦМР) с врезкой трехмерной визуализации, карта классификации территории, а также карта угодий, которая послужила основой для формирования проектного плана отвода земель. Реализация наших предложений позволяет на практике добиться улучшения проектной деятельности и достичь известных конкурентных преимуществ в технологическом, экономическом, представительном направлении.

Abstract. The development of economic processes and systems is inevitably accompanied by a redistribution of scarce resources and assets, including territorially fixed land and property complexes. The solution of issues of inter-subject redistribution of land property is achieved through territorial land management, the project of which in the traditional form consists of text and graphic parts, as a rule, developed by various performers separately from each other. In addition, the process of land management design is carried out separately from the process of technical (construction) design and consistently continues it. The use of modern GIS technologies makes it possible to achieve a significant improvement in the design production process. This paper substantiates the author's proposals on geoinformation support for the redistribution of land for the reconstruction of a highway on the example of a municipal facility in the Nytvensky urban district of the Perm Region. Cartographic products have been created: terrain slope map; map of a digital elevation model with an inset map of a three-dimensional elevation model; terrain classification map; land map. The last product was used by us as a basis for creating a project plan for land acquisition. The implementation of our proposals allows in practice to achieve an improvement in project activities and achieve well-known competitive advantages in the technological, economic, representative direction.

Ключевые слова: геоинформационные системы, картографические продукты, перераспределение земельного имущества, отвод земель для автодорожного строительства, землеустройство

Keywords: geoinformation systems, cartographic products, redistribution of land property, land acquisition for road construction, land management

Введение

Системы автоматизированного проектирования, геоинформационные технологии активно внедряются в различные сферы хозяйственной деятельности человека, включая сооружение таких сложных инженерных объектов, как автомобильные дороги [2]. Данные объекты обладают

многофункциональностью, обеспечивают предпосылки развития экономики и мобильность населения. Особенно велика в развитии социума роль муниципальных транспортных сетей, создающих основу формирования высоких условий социального развития территорий [4]. При этом, ГИС позволяют оптимизировать процессы планирования и строительства дорог, учитывать различные факторы, влияющие на стоимость и сроки реализации проекта [19].

Автодорожное строительство – сфера высокой социальной ответственности и конкуренции. Здесь постоянно сталкиваются различные экономические интересы, в том числе в процессе процедуры конкурсного отбора. Для преодоления монополии и устранения злоупотреблений в этой сфере требуются прозрачные процедуры отбора, мониторинга и контроля, основанные на объективности. Последняя обеспечивается постоянно эволюционирующими геоинформационными технологиями [3, 21].

Современные вызовы в планировании дорожной инфраструктуры требуют инновационных подходов, таких как использование ГИС для оптимизации землепользования, что успешно продемонстрировано в зарубежных исследованиях планирования дорожной сети в сложных условиях тропических лесов [17]. Это позволяет не только находить компромисс между экономическими и экологическими требованиями, но и учитывать социальные аспекты развития территорий.

Кроме того, необходимы варианты строительства, максимально берегающие землю и природу, не допускающие имущественной несправедливости возмещения ущерба, связанного с сооружением инженерных объектов [11]. Исследования показывают, что использование ГИС позволяет разрабатывать альтернативные варианты трассировки, учитывающие экологические и социальные факторы, что способствует более устойчивому развитию территорий [7].

Сегодня требуется система оперативного проектирования и представления его результатов, позволяющая в короткие сроки менять варианты отводов земельного имущества и вносить изменения в проектную документацию. Нужна упрощенная и доступная форма визуализации результатов проектирования и мониторинга транспортных сетей [15]. Для комплексного решения проблемы требуется улучшить традиционную систему проектирования при помощи геоинформационных технологий и современных компьютерных средств. Как показывает опыт, использование современных ГИС позволяет значительно сократить сроки проектирования и повысить его точность благодаря автоматизации многих процессов [12].

В контексте развития дорожной инфраструктуры особенно важен комплексный подход к управлению земельными ресурсами, учитывающий структурные изменения в земельном фонде, что является предметом анализа в исследованиях [14]. Такой подход позволяет обеспечить устойчивое развитие территорий и эффективное использование земельных ресурсов.

В нашей статье сформулированы предложения по геоинформационному обеспечению перераспределения земельного имущества для целей автодорожного строительства и иллюстрацией на конкретном объекте муниципального значения.

Объекты и методы исследования

Многие исследователи отмечают наличие проблем при формировании линейных землепользований, информационном обеспечении их обслуживания [6], проведении своевременной реконструкции инженерных объектов [8].

Муниципальное дорожное строительство сопровождается рядом позитивных и негативных эффектов, проявляющихся в природоохранной сфере, социальной и экономической областях. Актуальной задачей проектировщиков является обеспечение максимального положительного эффекта от развития автодорожной инфраструктуры, установление

возможности устранения или компенсации отрицательных последствий данного процесса [18] Решение данной задачи достигается разработкой проекта территориального землеустройства по формированию автодорожного землепользования. Рассмотрим содержание проектной задачи на конкретном объекте - автомобильной дороге муниципального значения, требующей реконструкции.

"При проведении исследований необходимо учитывать множество факторов, влияющих на процесс перераспределения земель для дорожного строительства. В частности, важен комплексный анализ экономических, экологических и социальных аспектов, что подчеркивается в работах, посвященных использованию геоинформации при приобретении земель для дорожного строительства [20]. Такой анализ позволяет обеспечить устойчивое развитие территорий и минимизировать негативные последствия строительства."

Реконструируемый участок автомобильной дороги расположен в северной части Нытвенского городского округа Пермского края. Климат в данной местности характеризуется как континентальный. Рельеф местности, в основном, равнинный, но вдоль трассы наблюдается постепенное повышение высот.

Ландшафт на участке прохождения дороги характеризуется высотами от 130 до 220 метров над уровнем моря.

Природный комплекс в районе реконструкции дороги представлен сочетанием злаково-разнотравных лугов и смешанных лесов, типичных для этой местности. Почвенный покров сформирован дерново-подзолистыми почвами (преимущественно неглубокими и глубокими), характерными для таежной и широколиственной зон. С гидрологической точки зрения, район относится к Камской гидрологической области с её обильными аллювиальными грунтовыми водами.

Автомобильная дорога «Григорьевское – Постановоги» (участок от 3+500 до 13+400 км) связывает населенные пункты на территории бывших сельских поселений Григорьевское и Постанововское (объединены в 2020 году). Эта дорога играет важную роль для местных жителей и фермерских хозяйств (ООО «Уралец»), обеспечивая доступ к социально-значимым объектам. Ближайшие к трассе населенные пункты - Фиминята, Зенки, Агапово и Постановоги, отличающиеся невысокой плотностью населения (в среднем около 60 человек), за исключением Постановогов (около 270 жителей), ранее являвшихся центром сельского поселения.

Рассматриваемая автодорога, связанная с региональной трассой «Нытва-Григорьевское-Ильинский», является частью существующей транспортной сети в районе исследований. На протяжении трассы имеются съезды, как отвечающие нормативным требованиям, так и несанкционированные. Несанкционированные съезды возникли в результате сельскохозяйственной деятельности и лесозаготовок в данной местности, что приводит к ухудшению эксплуатационных характеристик дороги, снижению уровня безопасности движения, повреждению земляного полотна, дорожного покрытия и обочин, а также к нарушению функционирования водоотводной системы.

До начала реконструкционных работ дорога имела извилистое направление с поворотами малого радиуса, ширина земляного полотна варьировалась от 6,3 до 10,5 метров, покрытие было гравийным. Откосы земляного полотна были покрыты дёрном, водоотводные каналы находились в размытом состоянии и заросли растительностью, на отдельных участках наблюдалось заболачивание. Общее состояние дорожного покрытия было признано неудовлетворительным. В населенных пунктах освещение и тротуары отсутствовали.

Основными целями реконструкции являлись устранение существующих технических проблем и повышение уровня безопасности для пешеходов и

автомобильного транспорта. В рамках реализации проекта предусмотрено: обустройство съездов с главной дороги, установка остановок для общественного транспорта, установка системы электроосвещения и тротуаров, строительство мостовых переходов через водоотводные каналы, установка дорожных знаков и пешеходных ограждений, а также перенос существующих объектов связи и воздушных линий электропередач.

Протяженность участка автомобильной дороги, подлежащего реконструкции, составляет 9,192 км за пределами населенных пунктов и 0,615 км в пределах населенного пункта Фиминята. Ключевые характеристики проектируемой автомобильной дороги после проведения работ по реконструкции представлены в табличной форме (таблица 1).

Разработка трассы автодороги «Григорьевское – Постановги» осуществлялась на основе комплекса взаимосвязанных критериев, направленных на достижение высокого уровня безопасности и комфорта движения, минимальное воздействие на окружающую среду, а также строгое соответствие действующим нормативным требованиям. Важнейшими из этих критериев являлись: обеспечение безопасности дорожного движения и соблюдение установленных скоростных режимов, минимизация негативного воздействия на компоненты окружающей природной среды (включая сведение к минимуму площади вырубки лесных насаждений), а также неукоснительное соблюдение положений технических регламентов.

Выделение зоны, предназначенной для размещения линейного объекта «Григорьевское – Постановги» (включая устройство съездов к близлежащим населенным пунктам), выполнялось на основе результатов анализа, как уже существующих границ полосы отвода автомобильной дороги, так и перспективных границ тех земельных участков, которые планируется предоставлять различным организациям на условиях бессрочного пользования. Общая площадь сформированной зоны составляет 392 771 кв.м.

В пределах определенной таким образом зоны находится имущественный комплекс, идентифицируемый кадастровым номером 59:26:0000000:40.

Таблица 1. Характеристика реконструируемого участка автодорожной инфраструктуры

№	Основные параметры	Един. изм.	Показатели	
			а/д «Григорьевское - Постановги»	
			вне насел. пункта	в насел. пунктах
1.	Вид строительства		реконструкция	
2.	Категория дороги		IV	основная улица сельс. пос.
3.	Протяженность участка:	км	9,192	0,615
4.	Расчетная скорость движения	км/ч	80	60
5.	Общее число полос движения		2	
6.	Ширина земляного полотна	м	10,0	10,0
7.	Ширина проезжей части	м	6,0	7,0
8.	Ширина обочины	м	2,0	1,5
9.	Ширина тротуара	м	1,5	1,5
10.	Тип дорожной одежды		переходный	
11.	Вид покрытия		фракционированный щебень, уложенный по способу заклинки	
12.	Водопропускные трубы			
	1. Под основной дорогой (строительство)			
	-круглая ж/бетонная труба Д-1,0 м	шт/м	2/ 45,78	
	-круглая ж/бетонная труба Д-1,2 м	шт/м	2/ 43,93	
	-круглая ж/бетонная труба Д-1,4 м	шт/м	3/ 60,36	
	-прямоугольная ж/бетонная труба отв.3х2,0 м	шт/м	1/ 23,42	
	2. Под съездами			
	-круглая ж/бетонная труба Д-0,75 м	шт/т	7/ 91,94	

Разрешенным видом использования данного комплекса является размещение автомобильной дороги «Григорьевское-Постаногги» (соответствующий код – 003+452-013+970). В соответствии с действующим законодательством указанный земельный участок относится к категории земель промышленности, энергетики, транспорта, а также земель иного специального назначения. Информация о праве собственности на данный объект зарегистрирована за муниципальным образованием «Нытвенский

городской округ», что подтверждается выпиской из Единого государственного реестра недвижимости, имеющей номер 99/2017/48306220 и выданной 21 декабря 2017 года. Необходимо отметить, что местоположение границ рассматриваемого земельного участка не было установлено в соответствии с требованиями действующего законодательства и нормативных актов.

Применение геоинформационных систем при перераспределении земельного имущества в процессе сооружения дорожных объектов позволяет повысить уровень информационной нагрузки планового материала.

Сегодня в практике проведения публичных слушаний используются планы, созданные в AutoCAD (рис.1), которые сложны в восприятии и неинформативны, не позволяют однозначно позиционировать объект на территории.

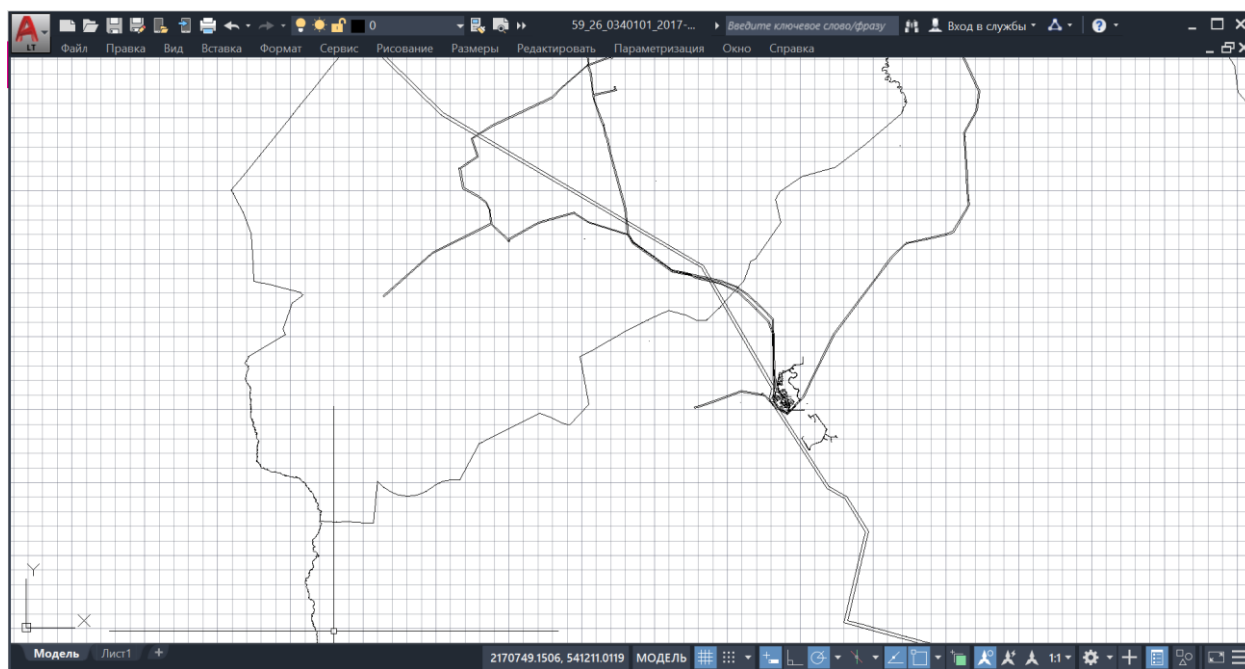


Рисунок 1. Рабочее окно в ПО AutoCAD

Использование геоинформационных систем (ГИС) (рис. 2) обеспечивает возможность представления проекта в форме, более доступной и понятной для широкой аудитории, включая участников публичных слушаний.

Анализ экономической эффективности применения ГИС в организационно-территориальном проектировании выявил значительные преимущества. Технологии ГИС позволяют оптимизировать рабочий процесс за счет возможности дистанционного выполнения части работ, что сокращает необходимость выездов специалистов на объект.

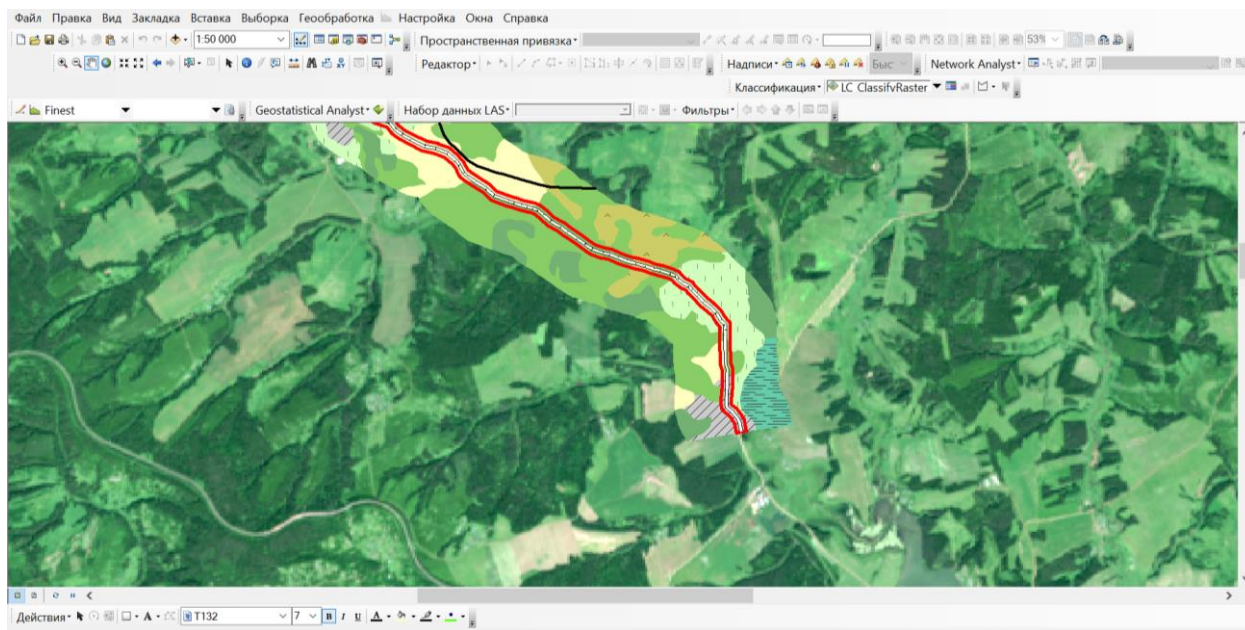


Рисунок 2. Рабочее окно в ПО ArcMap

С использованием геоинформационных систем становится возможным получение необходимых данных о характеристиках местности (ландшафт, рельеф, типы растительности) и проведение расчетов проектных площадей непосредственно в камеральных условиях, без дополнительных полевых изысканий.

Автоматизация расчетных операций оказывает положительное влияние на экономическую эффективность проектирования, сокращая временные и финансовые затраты на анализ альтернативных вариантов трассировки. Это позволяет выбрать оптимальное решение, основываясь на комплексном учете факторов, таких как безопасность дорожного движения (с учетом особенностей рельефа), минимизация ущерба окружающей среде (включая

вырубку лесов) и сокращение выплат компенсаций за изъятие земельных участков для нужд строительства.

Иллюстрацией возможностей выбора трассирования с учетом рельефа местности служат два варианта, представленные на рисунке 3.

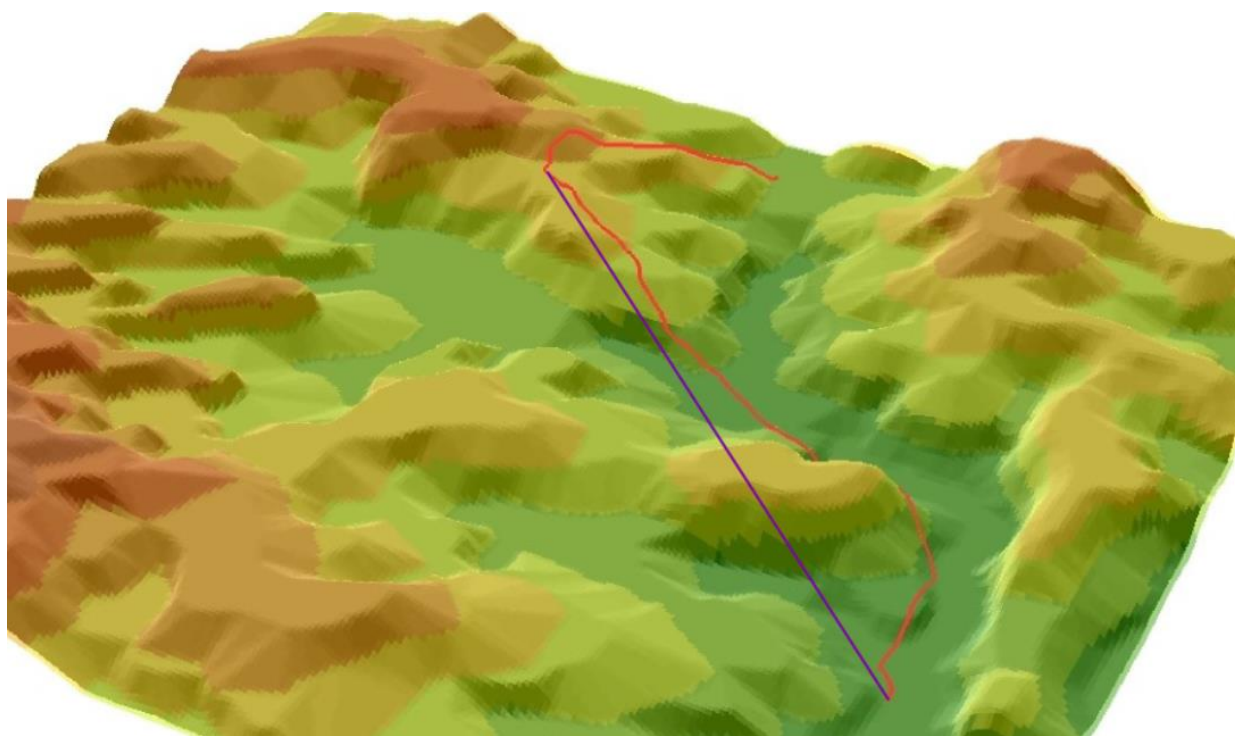


Рисунок 3. Возможные варианты прохождения участка автодороги

Цифровые модели рельефа (ЦМР) широко используются в различных отраслях, включая автодорожное строительство, благодаря информативности ЦМР и её производных [1]. В частности, ЦМР позволяют получать точные данные о высотах и уклонах местности, необходимые для проектирования дорог с учетом требований безопасности и устойчивости.

Для создания ЦМР (цифровой модели рельефа) территории, на которой планируется реконструкция автодороги «Григорьевское – Постановки», использовалось программное обеспечение ArcGis с применением модулей ArcMap и ArcScene.

При построении ЦМР применялся метод TIN (Triangulated Irregular Network), в котором рельеф представляется в виде триангуляционной нерегулярной сети, состоящей из треугольников. Каждый треугольник

характеризуется постоянным углом наклона и различной высотой в пределах его площади.

Исходными данными для создания модели служили отметки высот, изолинии и границы территории, прилегающей к проектируемой автодороге.

Для дальнейшего анализа TIN-модель была преобразована в растровый формат с использованием инструмента TIN to raster.

На основе полученной ЦМР был создан растр уклона с применением инструмента Уклон (модуль Spatial Analyst, ArcGis), что позволило рассчитать величину уклона для каждой ячейки растра.

Результат представлен на рис. 4.

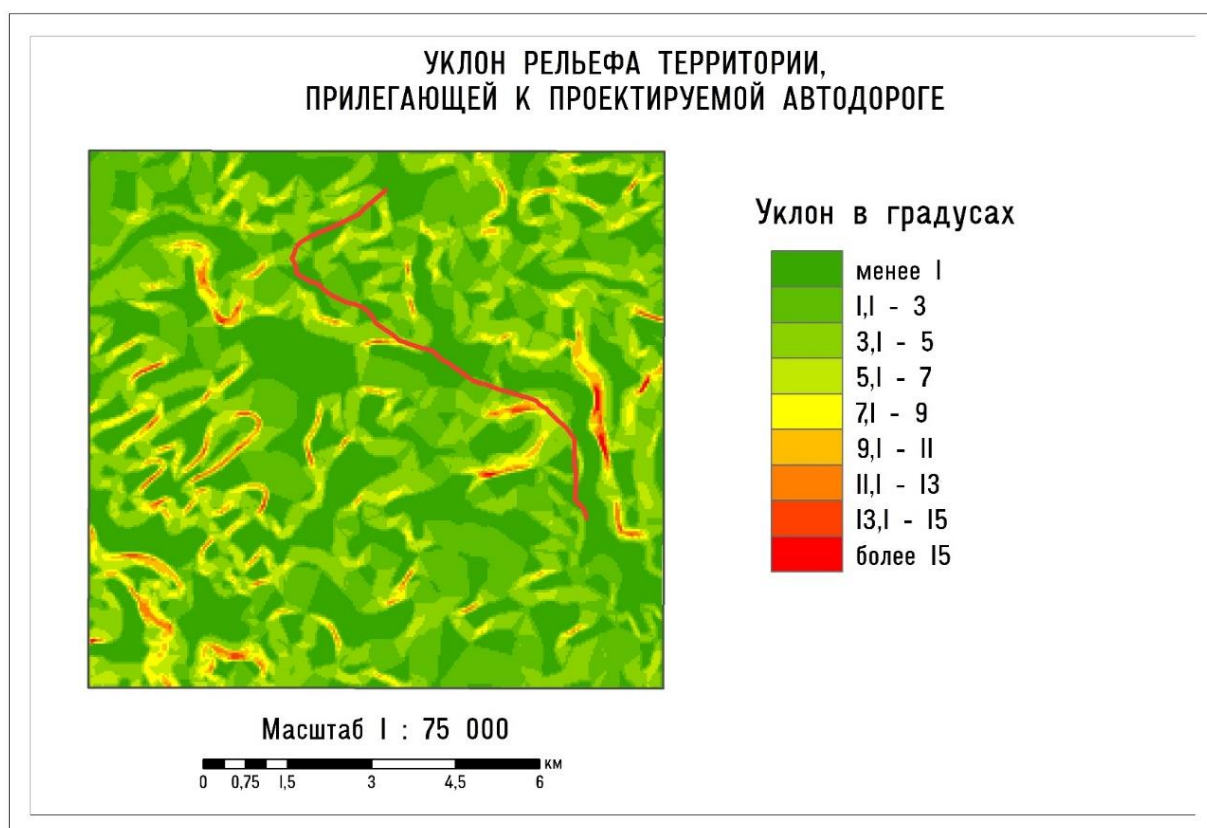


Рисунок 4. Уклон рельефа территории проектирования

Для улучшения визуального восприятия рельефа цифровая модель была дополнена отмывкой. Отмывка создает эффект теней на растровой

поверхности, имитируя освещение рельефа и делая его более наглядным. При этом учитывалось положение источника света.

Завершающим этапом стало создание трехмерной сцены в приложении ArcScene. Это позволило визуализировать данные в трехмерном формате, что облегчает их анализ и интерпретацию. Результат создания ЦМР и трехмерной сцены показан на рисунке 5.

Наряду с другими методами, для отображения рельефа проектируемой автодороги использовался профиль высот, который был создан с помощью дополнительного модуля Elevation Profile в программном обеспечении ArcMap. Результатом работы модуля являются полилинии, содержащие информацию о высоте (z-значения) и расстоянии (m-значения) вдоль трассы дороги.

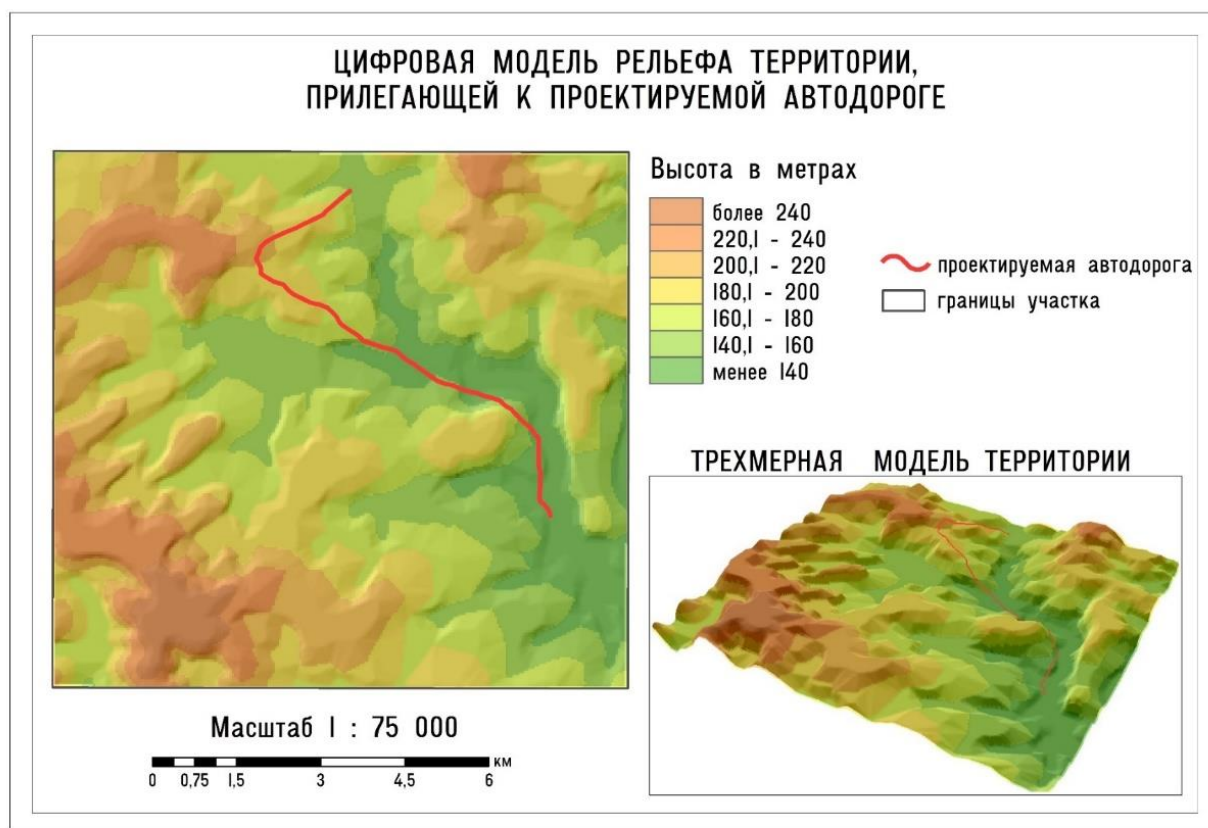


Рисунок 5. Цифровая модель рельефа и трехмерная модель территории проектирования

График профиля (рис. 6) и сопутствующая таблица атрибутов формировались посредством интерактивного инструмента рисования линий или инструмента выбора линии, в качестве которой использовалась полилиния, представляющая трассу проектируемой автодороги.

Исходными данными для построения профиля послужил глобальный набор данных WorldDEM4Ortho, предоставляемый компанией Airbus Defense and Space GmbH. Выбор обусловлен тем, что данный набор обеспечивает наивысшее возможное разрешение цифровой модели рельефа (DEM - Digital Elevation Model), составляющее 24 метра (что соответствует угловому шагу в 0,8 секунды).

Изучение картографических материалов позволило установить, что разница высот на реконструируемом участке трассы «Григорьевское-Постаногинское» находится в диапазоне от 130 до 225 метров. Эта информация использовалась для предварительной оценки объемов выемки и насыпи грунта.

Растр уклона позволил определить среднее значение уклона местности, которое составило 3 градуса. Эти данные необходимы для проектирования безопасного дорожного полотна.

Поскольку стоимость изымаемой земли зависит от типа землепользования, важной задачей являлось уменьшение воздействия на окружающую среду, в том числе сохранение лесных насаждений. Эта задача решалась путем моделирования различных вариантов трассировки с использованием ГИС-технологий [15].

Для определения типов землепользования в районе реконструируемой дороги «Григорьевское - Постаногинское» был использован автоматизированный подход, основанный на классификации с максимальным правдоподобием.

Отечественные авторы также подчеркивают важность комплексного анализа землепользования с учетом различных факторов, таких как

кадастровая стоимость, экологические ограничения и социальная значимость территории [9].

В качестве входных данных применялся космический снимок Landsat, датированный 4 июля 2019 года, что соответствует периоду начала реализации проекта реконструкции.

Вначале была сформирована обучающая выборка, основанная на эталонных участках, представляющих различные типы землепользования. В результате классификации были выделены восемь категорий: смешанный лес, хвойный лес, лиственный лес, участки, находящиеся на стадии лесовосстановления, населенные пункты, территории с открытым грунтом и дорогами, сельскохозяйственные угодья, залежь.

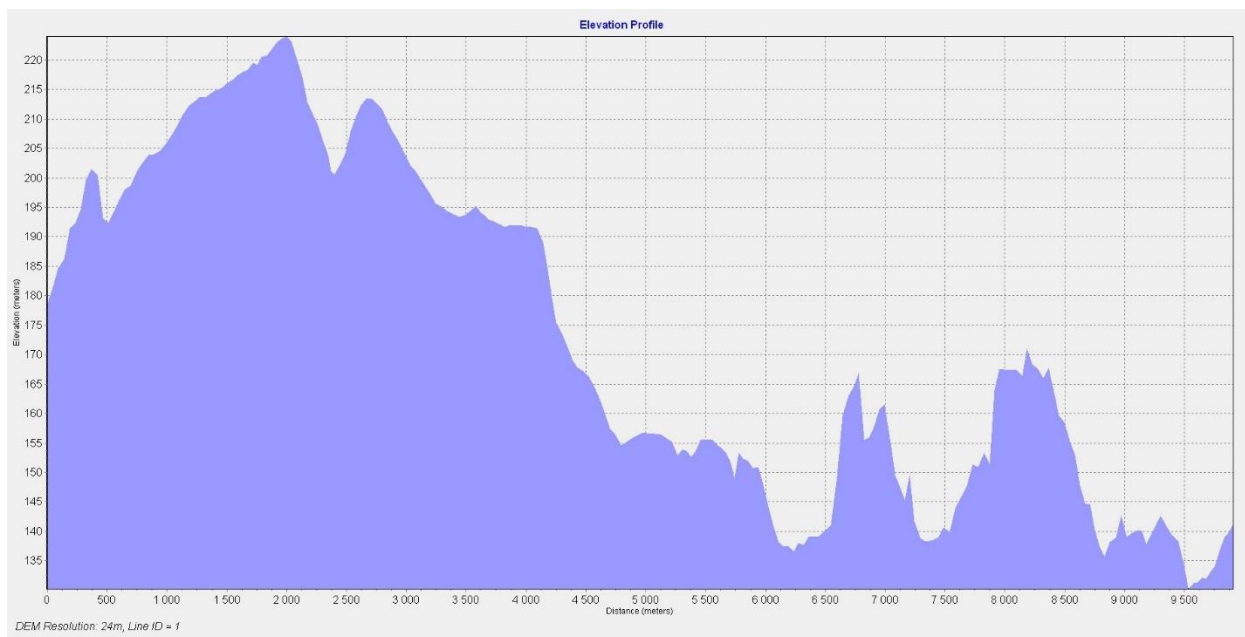


Рисунок. 6. Профиль автодороги «Григорьевское - Постаногги»

С целью повышения точности и надежности результатов классификации применялись различные комбинации каналов космического снимка. В частности, сочетание каналов NIR, Red, Green использовалось для анализа состояния растительного покрова и характеристик почв, сочетание SWIR, NIR, Red – для изучения лесных массивов, сочетание SWIR, NIR, Green – для исследования сельскохозяйственных угодий и территорий с застройкой

(Шихов и др., 2020). Исследования демонстрируют различные методы оценки и картографирования природного и сельскохозяйственного потенциала ландшафтов, что важно для точной классификации земель [10].

После этого был создан и классифицирован файл с использованием инструментов сегментации и классификации в программном пакете ArcGis. Классификация проводилась для территории, прилегающей к реконструируемому объекту.

Для уменьшения влияния помех полученный растровый слой был обработан с использованием фильтра большинства, который усредняет значения ячеек на основе соседних значений.

Для определения площадей различных типов землепользования в зоне влияния дороги была сформирована буферная зона шириной 70 метров, что соответствует сумме ширины земляного полотна и придорожных полос.

Для всесторонней оценки земель, задействованных в проекте, применяются различные методы, включая анализ эрозионной опасности с использованием геоинформационной поддержки, как это описано в работах по оценке эрозионной опасности сельских территорий [5, 13]. Это позволяет учитывать потенциальные риски и разрабатывать меры по предотвращению негативных последствий для окружающей среды.

Далее растровое изображение было преобразовано в векторный формат с последующим созданием нового векторного слоя, ограниченного границами буферной зоны, с использованием инструмента "вырезание".

В результате анализа были определены следующие площади категорий землепользования: смешанный лес (16,83 га), хвойный лес (3,90 га), лиственный лес (0,75 га), участки лесовосстановления (1,63 га), населенные пункты (4,54 га), открытый грунт и дороги (70,01 га), сельскохозяйственные посевы (18,24 га) и залежь (22,53 га).

Полученная карта землепользования (рис. 7) и расчет площадей используются для оптимизации процесса отвода земель.

На основе полученной классификации была создана итоговая карта землепользования, где проектируемая дорога является основным элементом. Первым шагом являлось создание векторного слоя с типами земель и их площадями.

Затем были оцифрованы границы различных типов почв (дерново-подзолистые почвы различной степени), что необходимо для оценки потенциального ущерба при изъятии земель.

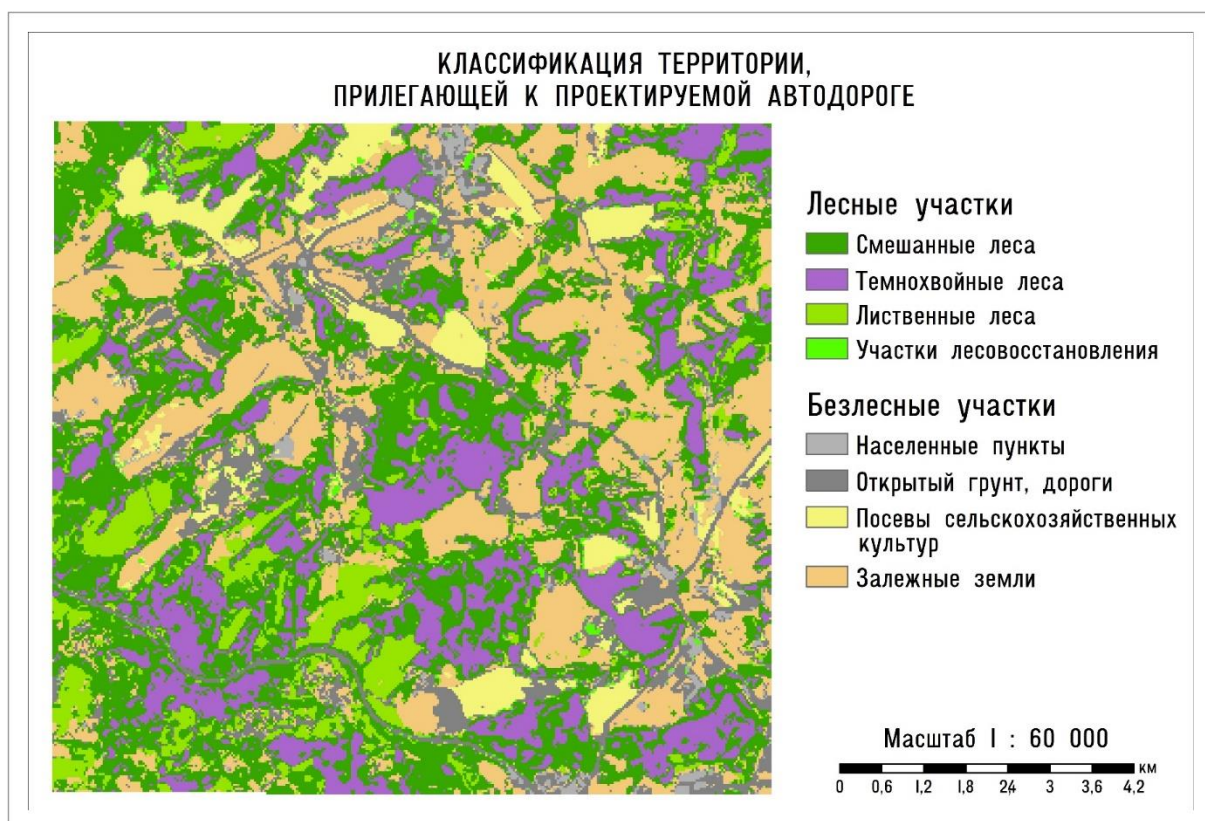


Рисунок. 7. Классификация территории проектирования

На карту был добавлен слой, отображающий полосу отвода земель на бессрочной основе.

На основе проектной документации и кадастровых данных были определены и нанесены на карту участки, предназначенные для временного размещения строительных материалов и техники.

На реконструируемой трассе было выделено 4 участка, три из которых имеют один тип землепользования, а один - три.

В заключение был создан векторный слой, отображающий места складирования плодородного почвенного слоя (ППС). Отвалы формируются через километр вдоль трассы по обеим сторонам, всего 18 штук.

При создании картографической основы использовались следующие способы визуализации пространственных объектов:

Метод качественного фона: Данный метод использовался для отображения категориальных данных, характеризующих сплошное распространение по территории. При этом территория предварительно разделялась на участки, однородные по типу отображаемой характеристики (например, по виду угодий).

Линейные условные знаки: Применялись для отображения линейных объектов, не имеющих выраженной ширины в заданном масштабе (например, границы административных образований, инженерные коммуникации, автомобильная дорога после реконструкции, полоса отвода земель).

Точечные условные знаки: Использовались для отображения объектов, местоположение которых определялось точкой на карте (например, места размещения отвалов плодородного грунта).

В результате применения ГИС-технологий была создана картографическая основа в виде векторных слоёв, содержащих информацию о пространственных объектах и их характеристиках, что позволило сформировать базу данных для последующего анализа и расчетов. Основной задачей являлось перераспределение земель и определение количественных показателей, характеризующих отчуждение и передачу участков.

Первым этапом являлось определение площади и структуры землепользования на территориях, предоставляемых для постоянного и временного использования в целях реконструкции.

Расчёт площадей производился с использованием инструментов ГИС. В частности, в таблице атрибутов для каждого земельного участка создавалось новое поле, в которое записывалось значение площади, рассчитанное с помощью функции "Вычислить геометрию". Для определения площади земель, подлежащих изъятию, применялась функция "Выбор по атрибуту". Аналогичная процедура использовалась для расчёта площади земель, выделяемых во временное пользование.

Далее полученные табличные данные экспортировались в формат Excel посредством инструментов ArcToolbox. В итоге было установлено, что общая площадь земель, перераспределяемых на постоянной основе, составляет 138,43 га (в том числе 82,77 га сельскохозяйственных угодий и 55,66 га земель иного назначения). Площадь земель, предоставляемых во временное пользование, составила 6,65 га (в том числе 2,43 га сельскохозяйственных и 4,22 га земель прочих категорий).

Оценка обоснованности проекта во многом зависит от ценности изымаемых земельных участков. Для ее определения использовался показатель бонитета почв, характеризующий их потенциальное плодородие для сельскохозяйственного производства. В данном случае показатель бонитета для различных типов почв составлял 35 и 36 баллов.

Оценка воздействия на окружающую среду включала в себя определение площади и состава угодий, расположенных в зоне негативного влияния от реконструируемой дороги. С использованием созданной карты землепользования была выделена зона влияния общей площадью 96,97 гектар, с последующим определением площади и типов угодий, подверженных воздействию в пределах этой зоны.

Перераспределение земельного имущества приводит к экономическим потерям для сельскохозяйственного предприятия ООО «Уралец», связанным с изъятием посевных площадей овса и пшеницы. Сумма ущерба оценивается

в 307,74 тыс. рублей. Данный ущерб будет компенсирован в установленном порядке в полном объеме.

К числу важных показателей, обосновывающих необходимость перераспределения земель, относятся параметры плодородного слоя почвы, подлежащего снятию: площадь, объем, мощность, а также направление дальнейшего использования снятого слоя.

С целью расчета объемов плодородного слоя, подлежащего снятию, вся территория была разделена на 5 участков, дифференцированных по типу почвенного покрова, сроку отвода земельных участков (постоянное или временное землепользование), расположению участка относительно трассы, а также направлению движения строительной техники. На основании расчетов установлено, что средняя мощность снимаемого плодородного слоя составит 0,1 м. Общий объем подлежащего снятию слоя составит 3040 куб. м для территорий, отводимых на постоянной основе, и 7980 куб. м для территорий, отводимых во временное пользование.

При определении мест размещения отвалов снятого плодородного слоя почвы (ППС) учитывались особенности технологической организации автодорожного строительства. В частности, предусматривалось снятие слоя грунта в пределах полосы постоянного отвода с использованием специализированной техники, которая формировала отвалы с интервалом в 1000 метров. На каждом из четырех участков, предоставленных во временное пользование, формировался один отвал. В итоге, было запланировано размещение 18 отвалов на землях, предоставляемых в постоянное пользование, и 4 отвалов - на землях временного отвода.

В соответствии с проектной документацией, по завершении строительства рекультивации подлежат только те участки, которые предоставлялись во временное пользование. Земли, входящие в полосу постоянного отвода, не рекультивируются, поскольку в дальнейшем они

становятся частью дорожного полотна, предназначенного для эксплуатации, и обслуживаются специализированными дорожными службами.

Плодородный грунт, снятый в процессе строительства и сформированный в отвалы, также используется для технических нужд при эксплуатации автодороги.

Оценка кадастровой стоимости земельного имущества, подлежащего изъятию в ходе реализации проекта, проводилась на основании открытых данных Публичной кадастровой карты, оператором которой является Росреестр.

На основании полученных данных были рассчитаны потери для бюджета муниципального образования, связанные с изъятием земельных участков. Суммарные потери оцениваются в 2 тысячи рублей в год и компенсируются высокой социальной значимостью создаваемого объекта.

После выполнения всех необходимых расчетов на основе полученных данных (карта угодий, данные Публичной кадастровой карты, почвенная карта, результаты полевых обследований и прочие материалы) результаты расчетов могут быть использованы для организации перераспределения земельных ресурсов в ходе реализации проекта.

Результаты и их обсуждение

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о высокой эффективности применения современных геоинформационных технологий (ГИС) для решения задач, связанных с межотраслевым перераспределением земельно-имущественных комплексов в контексте развития муниципальной автодорожной инфраструктуры.

В ходе исследования была разработана серия взаимосвязанных картографических материалов:

Карта уклона местности, прилегающей к реконструируемому участку автодороги «Григорьевское-Постаног».

Цифровая модель рельефа с включенной трехмерной визуализацией территории, предназначенной для землеустройства.

Карта классификации территории проектирования, отображающая типы землепользования.

Карта угодий территории, в отношении которой осуществляется перераспределение земельного имущества.

Авторы рекомендуют использовать созданную карту угодий в качестве основы для разработки проектного плана отвода земель (рис. 8), что позволит повысить его наглядность и информативность.

Результаты исследования иллюстрируют преимущества использования ГИС-технологий при перераспределении земельного имущества между отраслями экономики по сравнению с традиционными, принятыми на практике, технологиями и методами организационно-территориального проектирования. К основным преимуществам авторы относят следующие:

1. Технологическое. Совмещение процесса технического (автодорожного) и организационно-территориального (землеустроительного) проектирования. В нашем случае производится выбор трассы объекта автодорожной инфраструктуры с учетом рельефа и других факторов строительства, и в зависимости от оптимального варианта производятся все расчеты в составе проектной задачи перераспределения земельного имущества.
2. Экономическое. Экономия на трудоемких графических построениях и громоздких инженерных вычислениях. Экономия времени на выполнение проектных, изыскательских, строительных работ.
3. Представительное. Наглядность и презентабельность результатов эскизного и технического проектирования при обосновании проектных решений, проведении процедуры публичных слушаний по вопросу строительства муниципальной дороги, согласовании, рассмотрении и утверждении результатов организационно-территориального проектирования.

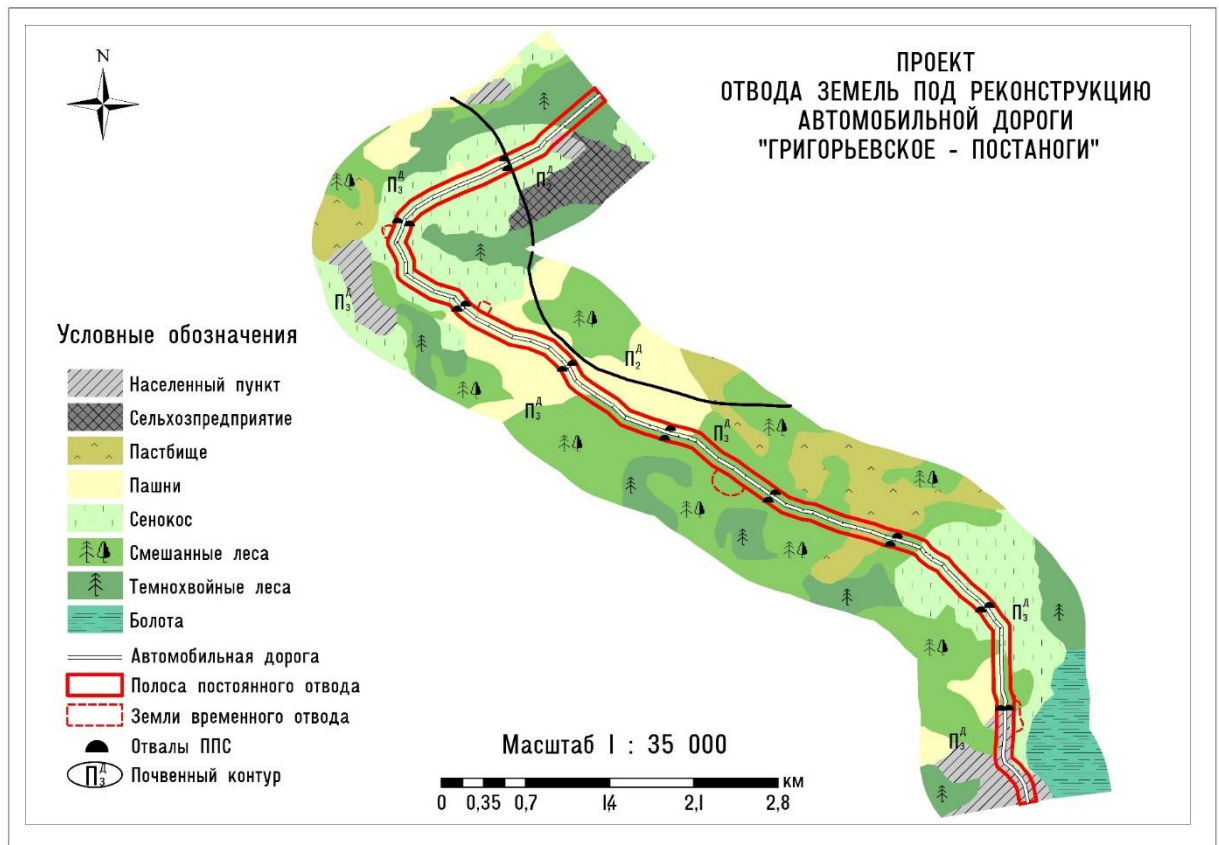


Рисунок 8. Проектный план проект отвода земель под реконструкцию автомобильной дороги

Заключение

Развитие экономических процессов и экономических систем в стране обуславливает потребность в перераспределении земельно-имущественных комплексов на территориях различных уровней. Решение подобных задач на практике достигается посредством организационно-территориального проектирования, направленного на комплексное землеустройство территории планируемого перераспределения земельного имущества.

Существующая проектная практика предусматривает производство отдельных работ по техническому (строительному) и землеустроительному проектированию, что ведет к существенному удлинению периода проведения проектно-изыскательских работ. Особенно актуальна эта проблема для современного автодорожного строительства.

Предлагаемое авторами применение геоинформационных технологий при перераспределении земельного имущества в процессе развития муниципальной автодорожной сети позволяет совместить техническое и землеустроительное проектирование и сократить сроки выполнения проектных работ.

Кроме преимуществ проектного производственного процесса это дает возможность улучшить практику публичных слушаний в муниципалитетах, повысить обоснованность прогнозных решений при разработке перспективных сценариев территориального пространственного развития.

Список источников

1. Белова, Е. А. Создание цифровой модели местности по результатам топографической съемки / Е. А. Белова // Вестник магистратуры. – 2016. – № 11-2(62). – С. 25-27. – EDN XIBXLD.
2. Бойков, В. Н. Геоинформационные системы автомобильных дорог / В. Н. Бойков, А. В. Скворцов // Дороги России XXI века. – 2017. – № S1. – С. 45-52. – EDN ZGMYTX.
3. Бойков, В. Н. Эволюция ГИС автомобильных дорог / В. Н. Бойков, А. В. Скворцов // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2017. – № 1(8). – С. 46-53. – DOI 10.17273/CADGIS.2017.1.7. – EDN ZGVDRR.
4. Брыжко И. В. Приоритетные направления совершенствования системы управления развитием социальной инфраструктуры сельских территорий региона// Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-24. – С. 5421-5427. – EDN UADDWV
5. Брыжко И.В., Столбов И.А., Брыжко В.Г. 2025. Картографирование эрозионно опасных земель Пермского края. Региональные геосистемы, 49(1): 40–52. DOI: 10.52575/2712-7443-2025-49-1-40-52
6. Гатина Н.В., Козина М.В., Соина К.В. Проблемы информационного обеспечения инженерных коммуникаций в условиях цифровизации сферы земельно-имущественных отношений // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, №

6. – С. 117-128. – DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-6-117-128. – EDN EMZPNM.
7. Икрамова, Ф. Х. Место геоинформационных систем в проектировании автомобильных дорог / Ф. Х. Икрамова // Научный журнал. – 2019. – № 6(40). – С. 23-24. – EDN YVQCNN.
8. Кашин А.Л., Иванов Н.И. Особенности изъятия земель под федеральные нужды в целях строительства и реконструкции автомобильных дорог федерального значения // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2022. – № 2. – С. 104-109. – DOI 10.33920/sel-04-2202-04. – EDN MENZIS.
9. Костеша, В. А. Геоинформационное обеспечение земельно-имущественного комплекса объектов транспорта / В. А. Костеша // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. – 2022. – № 2. – С. 73-78. – DOI 10.33764/2687-041X-2022-2-73-78. – EDN RGPTTR.
10. Осипов, А. Г. Методика оценки и картографирования природно-аграрного потенциала ландшафтов / А. Г. Осипов, В. В. Дмитриев, В. Ф. Ковязин // Геодезия и картография. – 2021. – Т. 82, № 9. – С. 11-20. – DOI 10.22389/0016-7126-2021-975-9-11-20. – EDN RCDBHW.
11. Пименов В.В., Баканова Ж.Н., Мячина М.Р. Особенности определения убытков в связи с изъятием земельных участков для несельскохозяйственных нужд// Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2022. – № 7. – С. 456-462. – DOI 10.33920/sel-04-2207-04. – EDN ZXWZQJ.
12. Потапова Е.В. Применение ГИС (геоинформационных систем) в ИСОГД (информационной системе обеспечения градостроительной деятельности) для формирования жизнеспособного города / Е. В. Потапова, С. Ж. Вологжина, О. А. Бархатова, А. А. Макаров // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2020. – № 10. – С. 28-32. – EDN QEMFUJ.

13. Столбов, И. А. Геоинформационное обеспечение оценки эрозионной опасности земель сельских территорий / И. А. Столбов, В. Г. Брыжко, И. В. Брыжко // ИнтерКарто. ИнтерГИС. – 2022. – Т. 28, № 2. – С. 885-900. – DOI 10.35595/2414-9179-2022-2-28-885-900. – EDN POVENI.
14. Хлыстун, В. Н. Управление земельными ресурсами и землеустроительная инфраструктура / В. Н. Хлыстун, В. В. Алакоз // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2022. – № 10. – С. 629-636. – DOI 10.33920/sel-04-2210-01. – EDN RFVZZE.
15. Челноков В.В., Мешалкин В.П., Стрелков С.П., Кондрашин К.Г. Визуализация данных дистанционного зондирования дорожных сетей в целях анализа экологического и социо-экологического воздействия// Геодезия и картография. – 2021. – Т. 82, № 3. – С. 36-43. – DOI 10.22389/0016-7126-2021-969-3-36-43. – EDN JEVVWD.
16. Шихов А.Н., Герасимов А.П., Пономарчук А.И., Перминова Е.С. Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2020. – 191 с. – ISBN 978-5-7944-3476-7. – EDN SJOODT.
17. Acosta F.C. Road Network Planning in Tropical Forests Using GIS / F. C. Acosta, S. P. Rengifo, M. L. García [et al.] // Croatian Journal of Forest Engineering. – 2023. – Vol. 44, No. 1. – P. 153-169. – DOI 10.5552/crojfe.2023.1742. – EDN RLHRDL.
18. Bryzhko, V. G. Comprehensive assessment of the impact of road infrastructure development in a rural municipal area (Russia) / V. G. Bryzhko, I. V. Bryzhko // Espacios. – 2019. – Vol. 40, No. 37. – EDN BGGLJL.
19. Jongwon Seo, Sanghyeok Kang. 2006. Geographic information system based roadway construction planning. Canadian Journal of Civil Engineering. 33(5): 508-520. <https://doi.org/10.1139/l05-126>

20. Kazak, Jan. "The Use Of Geoinformation In Land Acquisition For Road Developments." Real Estate Management and Valuation, 2014. URL: https://www.researchgate.net/publication/272577007_The_Use_Of_Geoinformation_In_Land_Acquisition_For_Road_Developments

21. Skvortsov, A. V. Building Information Modeling of Highways on Maintenance Stage / A. V. Skvortsov, S. F. Sharapov, V. N. Boykov // 2021 Intelligent Technologies and Electronic Devices in Vehicle and Road Transport Complex, TIRVED 2021 - Conference Proceedings, Moscow, 11–12 ноября 2021 года. – Moscow, 2021. – DOI 10.1109/TIRVED53476.2021.9639144. – EDN RYZFOT.

References

1. Belova, E. A. Sozдание cifrovoj modeli mestnosti po rezul'tatam topograficheskoy s`emki / E. A. Belova // Vestnik magistratury`. – 2016. – № 11-2(62). – S. 25-27. – EDN XIBXLD.
2. Bojkov, V. N. Geoinformacionny`e sistemy` avtomobil`ny`x dorog / V. N. Bojkov, A. V. Skvorczov // Dorogi Rossii XXI veka. – 2017. – № S1. – S. 45-52. – EDN ZGMYTX.
3. Bojkov, V. N. E`volyuciya GIS avtomobil`ny`x dorog / V. N. Bojkov, A. V. Skvorczov // SAPR i GIS avtomobil`ny`x dorog. – 2017. – № 1(8). – S. 46-53. – DOI 10.17273/CADGIS.2017.1.7. – EDN ZGVDRR.
4. Bry`zhko I. V. Prioritetny`e napravleniya sovershenstvovaniya sistemy` upravleniya razvitiem social`noj infrastruktury` sel`skix territorij regiona// Fundamental`ny`e issledovaniya. – 2015. – № 2-24. – S. 5421-5427. – EDN UADDWV
5. Bry`zhko I.V., Stolbov I.A., Bry`zhko V.G. 2025. Kartografirovanie e`rozionno opasny`x zemel` Permskogo kraja. Regional`ny`e geosistemy`, 49(1): 40–52. DOI: 10.52575/2712-7443-2025-49-1-40-52
6. Gatina N.V., Kozina M.V., Soina K.V. Problemy` informacionnogo obespecheniya inzhenerny`x kommunikacij v usloviyax cifrovizacii sfery`

- zemel'no-imushchestvenny'x otnoshenij // Vestnik SGUGiT. – 2021. – T. 26, № 6. – S. 117-128. – DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-6-117-128. – EDN EMZPNM.
7. Ikramova, F. X. Mesto geoinformacionny'x sistem v proektirovanii avtomobil'ny'x dorog / F. X. Ikramova // Nauchny'j zhurnal. – 2019. – № 6(40). – S. 23-24. – EDN YVQCNN.
8. Kashin A.L., Ivanov N.I. Osobennosti iz'`yatiya zemel' pod federal'ny'e nuzhdy v celyax stroitel'stva i rekonstrukcii avtomobil'ny'x dorog federal'nogo znacheniya // Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel'. – 2022. – № 2. – S. 104-109. – DOI 10.33920/sel-04-2202-04. – EDN MENZIS.
9. Kotesha, V. A. Geoinformacionnoe obespechenie zemel'no-imushchestvennogo kompleksa ob'`ektov transporta / V. A. Kotesha // Regulirovanie zemel'no-imushchestvenny'x otnoshenij v Rossii: pravovoe i geoprostranstvennoe obespechenie, ocenka nedvizhimosti, e'kologiya, tekhnologicheskie resheniya. – 2022. – № 2. – S. 73-78. – DOI 10.33764/2687-041X-2022-2-73-78. – EDN RGPTTR.
10. Osipov, A. G. Metodika ocenki i kartografirovaniya prirodno-agrarnogo potenciala landshaftov / A. G. Osipov, V. V. Dmitriev, V. F. Kovyazin // Geodeziya i kartografiya. – 2021. – T. 82, № 9. – S. 11-20. – DOI 10.22389/0016-7126-2021-975-9-11-20. – EDN RCDBHW.
11. Pimenov V.V., Bakanova Zh.N., Myachina M.R. Osobennosti opredeleniya uby'tkov v svyazi s iz'`yatiem zemel'ny'x uchastkov dlya nesel'skoxozyajstvenny'x nuzhd // Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel'. – 2022. – № 7. – S. 456-462. – DOI 10.33920/sel-04-2207-04. – EDN ZXWZQJ.
12. Potapova E.V. Primenenie GIS (geoinformacionny'x sistem) v ISOGD (informacionnoj sisteme obespecheniya gradostroitel'noj deyatel'nosti) dlya formirovaniya zhiznesposobnogo goroda / E. V. Potapova, S. Zh. Vologzhina, O. A. Barxatova, A. A. Makarov // Mezhdunarodny'j zhurnal prikladny'x i fundamental'ny'x issledovanij. – 2020. – № 10. – S. 28-32. – EDN QEMFUJ.

13. Stolbov, I. A. Geoinformacionnoe obespechenie ocenki e`rozionnoj opasnosti zemel` sel`skix territorij / I. A. Stolbov, V. G. Bry`zhko, I. V. Bry`zhko // InterKarto. InterGIS. – 2022. – T. 28, № 2. – S. 885-900. – DOI 10.35595/2414-9179-2022-2-28-885-900. – EDN POVEHI.
14. Xly`stun, V. N. Upravlenie zemel`ny`mi resursami i zemleustroitel`naya infrastruktura / V. N. Xly`stun, V. V. Alakoz // Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel`. – 2022. – № 10. – S. 629-636. – DOI 10.33920/sel-04-2210-01. – EDN RFVZZE.
15. Chelnokov V.V., Meshalkin V.P., Strelkov S.P., Kondrashin K.G. Vizualizaciya danny`x distancionnogo zondirovaniya dorozhny`x setej v celyax analiza e`kologicheskogo i socio-e`kologicheskogo vozdejstviya// Geodeziya i kartografiya. – 2021. – T. 82, № 3. – S. 36-43. – DOI 10.22389/0016-7126-2021-969-3-36-43. – EDN JEVVWD.
16. Shixov A.N., Gerasimov A.P., Ponomarchuk A.I., Perminova E.S. Tematicheskoe deshifrirovaniye i interpretaciya kosmicheskix snimkov srednego i vy`sokogo prostranstvennogo razresheniya. – Perm`: Permskij gosudarstvenny`j nacional`ny`j issledovatel`skij universitet, 2020. – 191 s. – ISBN 978-5-7944-3476-7. – EDN SJOODT.
17. Acosta F.C. Road Network Planning in Tropical Forests Using GIS / F. C. Acosta, S. P. Rengifo, M. L. García [et al.] // Croatian Journal of Forest Engineering. – 2023. – Vol. 44, No. 1. – P. 153-169. – DOI 10.5552/crojfe.2023.1742. – EDN RLHRDL.
18. Bryzhko, V. G. Comprehensive assessment of the impact of road infrastructure development in a rural municipal area (Russia) / V. G. Bryzhko, I. V. Bryzhko // Espacios. – 2019. – Vol. 40, No. 37. – EDN BGGLJL.
19. Jongwon Seo, Sanghyeok Kang. 2006. Geographic information system based roadway construction planning. Canadian Journal of Civil Engineering. 33(5): 508-520. <https://doi.org/10.1139/l05-126>

20. Kazak, Jan. "The Use Of Geoinformation In Land Acquisition For Road Developments." Real Estate Management and Valuation, 2014. URL: https://www.researchgate.net/publication/272577007_The_Use_Of_Geoinformation_In_Land_Acquisition_For_Road_Developments

21. Skvortsov, A. V. Building Information Modeling of Highways on Maintenance Stage / A. V. Skvortsov, S. F. Sharapov, V. N. Boykov // 2021 Intelligent Technologies and Electronic Devices in Vehicle and Road Transport Complex, TIRVED 2021 - Conference Proceedings, Moscow, 11–12 noyabrya 2021 goda. – Moscow, 2021. – DOI 10.1109/TIRVED53476.2021.9639144. – EDN RYZFOT.

© Брыжко И.В., Шувалова П.В., Брыжко В.Г., 2025. Московский
экономический журнал, 2025, № 5.