

ISSN 2949-0596

**ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ
НЕДВИЖИМОСТЬЮ,
ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА
И ГЕОДЕЗИИ**

№ 2 (8) 2025

**ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ
НЕДВИЖИМОСТЬЮ,
ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА
И ГЕОДЕЗИИ**

Научно-практический журнал

№ 2 (8) 2025

Воронеж

ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ НЕДВИЖИМОСТЬЮ, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И ГЕОДЕЗИИ

Научно-практический журнал

Журнал выходит два раза в год

В журнале публикуются результаты научных исследований ученых, докторантов, аспирантов и соискателей по проблемам экономики и управления недвижимостью, землеустройства и кадастров, геодезии и картографии, охраны природы и земельных ресурсов, природообустройства и водопользования, геоэкологии, природно-технических систем и их экологической безопасности.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор Н.И. Трухина, д-р экон. наук, профессор – Воронеж

Заместитель главного редактора Г.А. Радцевич, канд. с.-х. наук – Воронеж

Ответственный секретарь М.Б. Реджепов, канд. с.-х. наук, доцент – Воронеж

Члены редакционной коллегии:

Гадиятов В.Г., д-р геол.-минерал. наук, профессор - Воронеж;

Жердев В.Н., д-р с.-х. наук, профессор - Воронеж;

Папаскири Т.В., д-р экон. наук, профессор, почетный землестроитель России, почетный работник высшего профессионального образования РФ - Москва;

Пенджиев А.М., д-р с.-х. наук, доцент - Ашхабад;

Драпалюк Н.А., канд. техн. наук, доцент - Воронеж;

Заболотный А.Л., канд. техн. наук, директор ООО «Геостройприбор» - Воронеж;

Калабухов Г.А., канд. экон. наук, доцент - Воронеж;

Панфилов Д.В., канд. техн. наук, доцент - Воронеж;

Фонова С.И., канд. геогр. наук, доцент - Воронеж

Учредитель и издатель: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Адрес: 394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84.

Адрес редакции: 394006, Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84.

каб. 7414, тел. +7 (473) 271-50-72, e-mail: zip.nauka@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ!

ПЕНДЖИЕВ АХМЕД МЫРАДОВИЧ	7
--------------------------------	---

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И КАДАСТРЫ

Трухина Н.И., Калабухов Г.А., Гордеева А.А.	
БАЛАНС ЗЕМЛИ ВОРОНЕЖСКОЙ	9
Вязов Г.Б., Трухин Ю.Г., Греченко Н.В.	
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ГОРОДСКИМИ ТЕРРИТОРИЯМИ ...	15
Торосян А.В., Малашенко М.Е., Самойлова А.Д., Васильчикова Е.В.	
ПОСТАНОВКА НА КАДАСТРОВЫЙ УЧЕТ РАНЕЕ УЧТЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НЕ- ДВИЖИМОСТИ	21
Корницкая О.В., Мешкова И.Р.	
СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЗАСТРАИВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ	30
Малашенко М.Е., Самойлова А.Д., Торосян А.В., Васильчикова Е.В.	
КАДАСТРОВЫЕ СПОРЫ. РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ	34

ГЕОДЕЗИЯ И КАРТОГРАФИЯ

Трухина Н.И., Костылев В.А., Плукчи В.А.	
ДЕШИФРИРОВАНИЕ СНИМКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ЦИФРОВЫМИ ФОТО-КАМЕ- РАМИ	40
Реджепов М.Б., Амирова А.Д., Радцевич Г.А.	
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ	46
Зубова Н.В., Ермолина Т.П., Шумейко В.В.	
ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ СТРОИ- ТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ	51
Эзекве К.С., Васильчикова Е.В.	
ПРИМЕНЕНИЕ МОБИЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБСЛЕДО- ВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	57
Попов Б.А., Багликова Т.Е., Рогатнев А.В.	
ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ФУНКЦИЙ УРАВНЕННЫХ ВЕЛИЧИН В РАЗДЕЛЬНЫХ МЕТОДАХ УРАВНИВАНИЯ	65
Вобликова Я.В., Пышнограй Ю.А., Яковлева Д.С.	
ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ, КАК ОДНО ИЗ ВАЖНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СОВРЕМЕННОЙ КАРТОГРАФИИ	69
Хахулина Н.Б., Харитонова Т.Б., Сапунов М.А.	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМО- БИЛЬНЫХ ДОРОГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	75
Хахулина Н.Б., Харитонова Т.Б., Василенко С.В.	
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРЕ СБОРА И ОБРАБОТКИ ГЕОПРОСТРАН- СТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ	80
Реджепов М.Б., Харченко А.В., Радцевич Г.А.	
ПРОБЛЕМА СМЕЩЕНИЯ РУДНЫХ КОНТУРОВ И ЭВОЛЮЦИЯ МЕТОДОВ ИН- СТРУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ НА КАРЬЕРАХ	87

Самойлова А.Д., Торосян А.В., Малашенко М.Е., Васильчикова Е.В.	
КРАСНЫЕ ЛИНИИ ЗАСТРОЙКИ	95
Эзекве К.С., Васильчикова Е.В.	
МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ МОБИЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ	100
Нетребина Ю.С., Дедигурова Е.А., Нетребина З.К.	
ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ВЫСОКОТОЧНОГО 3Д-МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ	109
Нетребина Ю.С., Рыжкова В.И., Есенников О.В.	
АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ СИСТЕМ В ГЕОДЕЗИЮ	114
Харитонова Т.Б., Акиньшин С.И., Казарина А.В.	
СОВРЕМЕННОЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	119
Харитонова Т.Б., Акиньшин С.И., Клочкова М.С.	
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ АЭРОФОТОСЪЕМКЕ И ЕЕ ФОТОГРАММЕТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ В ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТАХ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	125
Попов Б.А., Нетребина Ю.С., Скороход Ю.О.	
КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ	131

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НЕДВИЖИМОСТЬЮ

Трухина Н.И., Корницкая О.В., Ортина Н.Г.	
УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ	136
Беденко А.Е., Безусенко А.В.	
ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УСТАНОВЛЕНИЯ СЕРВИТУТОВ: АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ КИМРСКОГО РАЙОНА ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ	142
Нетребина Ю.С., Румянцева Е.Р., Нестеренко И.В.	
ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОБЪЕКТА (IFC): СТРУКТУРА, ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ	147
Лосева Е.Н., Еремейченко П.Р., Казакова Е.В.	
АНАЛИЗ ПОКУПАТЕЛЬСКОЙ СПОСОБНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ НА РЫНКЕ ПЕРВИЧНОЙ НЕДВИЖИМОСТИ	153

ОХРАНА ПРИРОДЫ И ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Попов Б.А., Алёхина К.В.	
РОЛЬ ГЕОДЕЗИИ В ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	159
Правила оформления статей.....	168

CONTENTS

CONGRATULATIONS ON YOUR ANNIVERSARY!

PENJIEV AHMET MYRADOVICH	7
--------------------------------	---

LAND MANAGEMENT AND CADASTRES

Trukhina N.I., Kalabuhov G.A., Gordeeva A.A.	
VORONEZH LAND BALANCE	9
Vyazov G.B., Trukhin Yu.G., Grechenko N.V.	
FEATURES OF CYCLICAL DEVELOPMENT OF THE ECONOMY	15
Torosyan A.V., Malashenko M.E., Samoilova A.D., Vasilchikova E.V.	
REGISTRATION OF PREVIOUSLY REGISTERED REAL ESTATE OBJECTS	21
Kornitskaya O.V., Meshkova I.R.	
SYSTEM FOR MONITORING DEVELOPED AREAS	30
Malashenko M.E., Samoilova A.D., Torosyan A.V., Vasilchikova E.V.	
CADASTRE DISPUTES. COMMON PROBLEMS AND THEIR SOLUTIONS	34

GEODESY AND CARTOGRAPHY

Trukhina N.I., Kostylev V.A., Plukchi A.I.	
INTERPRETATION OF IMAGES OBTAINED WITH DIGITAL CAMERAS	40
Redzhepov M.B., Amirova A.D., Radsevich G.A.	
GEODETIC MONITORING OF RAILWAY INFRASTRUCTURE USING MOBILE DIAGNOSTIC TOOLS	46
Zubova N.V., Ermolina T.P., Shumeyko V.V.	
APPLICATION OF MODERN GEODETIC METHODS IN THE CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION OF RAILWAY TRACKS	51
Ezekwe K.S., Vasilchikova E.V.	
A METHOD FOR PROCESSING MOBILE LASER SCANNING RESULTS OF A ROAD	57
Popov B.A., Baglikova T.E., Rogatnev A.V.	
ESTIMATION OF THE ACCURACY OF EQUIVALENT FUNCTIONS IN SEPARATE EQUIVALENCE METHODS	65
Voblikova Ya.V., Pyshnograi Y.A., Yakovleva D.S.	
GEOINFORMATION MAPPING AS ONE OF THE IMPORTANT DIRECTIONS OF MODERN CARTOGRAPHY	69
Khakhulina N.B., Kharitonova T.B., Sapunov M.A.	
IMPROVING THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF HIGHWAYS USING MODERN TECHNOLOGIES	75
Khakhulina N.B., Kharitonova T.B., Vasilenko S.V.	
ANALYSIS OF TECHNOLOGIES FOR COLLECTING AND PROCESSING GEOGRAPHIC INFORMATION	80
Redzhepov M.B., Kharchenko A.V., Radsevich G.A.	
THE PROBLEM OF ORE CONTOUR DISPLACEMENT AND THE EVOLUTION OF INSTRUMENTAL CONTROL METHODS IN QUARRY MINES	87
Samoilova A.D., Torosyan A.V., Malashenko M.E., Vasilchikova E.V.	
RED BUILDING LINES	95

Ezekwe K.S., Vasilchikova E.V.	
APPLICATION OF MOBILE LASER SCANNING FOR ROAD SURVEY	100
Netrebina Yu.S., Dedigurova E.A., Netrebina Z.K.	
LASER SCANNING AS A TOOL FOR HIGH-PRECISION 3D MODELING OF OBJECTS	109
Netrebina Yu.S., Ryzhkova V.I., Esennikov O.V.	
ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS IN GEODETICS	114
Kharitonova T.B., Akinshin S.I., Kazarina A.V.	
MODERN GEODETIC SUPPORT FOR THE CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES	119
Kharitonova T.B., Akinshin S.I., Klochkova M.S.	
FEATURES OF THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN AERIAL PHOTOGRAPHY AND ITS PHOTOGRAMMETRIC PROCESSING IN GEODETIC WORK IN CONSTRUCTION	125
Popov B.A., Netrebina Yu.S., Skorokhod Yu.O.	
CLASSIFICATION OF TRANSPORT CONSTRUCTION OBJECTS FOR ENGINEERING AND GEODETIC RESEARCH PURPOSES	131

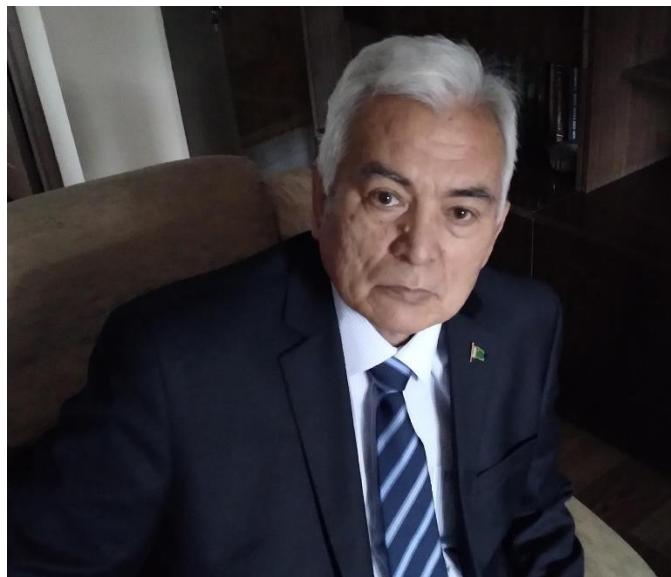
ECONOMICS AND REAL ESTATE MANAGEMENT

Trukhina N.I., Kornitskaya O.V., Ortina N.G.	
INVESTMENT MANAGEMENT IN THE LAND AND PROPERTY COMPLEX	136
Bedenko A.E., Bezusenko A.V.	
ECONOMIC JUSTIFICATION FOR THE ESTABLISHMENT OF EASEMENTS: ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF LAND USE ON THE EXAMPLE OF THE KIMRY DISTRICT OF THE TVER REGION	142
Netrebina Yu.S., Rumyantseva E.R., Nesterenko I.V.	
INFORMATION MODEL OF OBJECTS (IFC): STRUCTURE, APPLICATION, AND DEVELOPMENT PROSPECTS	147
Loseva E.N., Eremeichenko P.R., Kazakova E.V.	
ANALYSIS OF THE POPULATION'S PURCHASING POWER IN THE PRIMARY REAL ESTATE MARKET	153

PROTECTION OF NATURE AND LAND RESOURCES

Popov B.A., Alyokhina K.V.	
THE ROLE OF GEODESY IN ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION ...	159
Rules for the design of articles	168

ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ!



ПЕНДЖИЕВ АХМЕД МЫРАДОВИЧ!

Исполнилось 70 лет учёному в области возобновляемой энергетики и агротехники выращивания тропических культур, доктору технических и сельскохозяйственных наук, профессору, члену-корреспонденту Российской академии естествознания (РАЕ), академику Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ) — Пенджиеву Ахмеду Мырадовичу.

Родился он 11 ноября 1955 года в селе Кызыл-Аяк Керкинского района Лебапского велаята. После окончания средней школы поступил на физический факультет Туркменского государственного университета им. А.М. Горького (ныне ТГУ им. Махтумкули). В 1978 году, окончив университет, был направлен в туркменский филиал Всесоюзного научно-производственного объединения «Квант». Продолжил обучение в заочной аспирантуре НПО «Солнце». В 1981 году был избран секретарём комсомольской организации Академии наук Туркменистана, работал младшим научным сотрудником НПО «Солнце».

В 1987 году защитил кандидатскую диссертацию на тему «Разработка, создание и исследование гелиотеплицы траншейного типа для выращивания кофейных деревьев». Позднее работал в партийных органах, был избран заведующим кафедрой «Основы вычислительной техники и биомеханики» Национального института спорта и туризма Туркменистана. В 1995 году продолжил обучение в докторантуре НПО «Солнце».

В 2000 году в Московском государственном университете леса защитил докторскую диссертацию на тему «Агротехника выращивания дынного дерева (*Carica papaya* L.) в условиях защищённого грунта в Туркменистане». В 2022 году в Федеральном научном агроинженерном центре ВИМ защитил вторую докторскую диссертацию — «Научное обоснование использования энергетических технологий на основе возобновляемых источников энергии в Туркменистане».

Научная деятельность Ахмеда Мырадовича многогранна. Им разработана научно обоснованная методология и геоинформационная карта для расчёта энерго- и водоснабжения пастбищных районов. Это позволяет определять оптимальное размещение солнечных энергетических установок в зависимости от глубины колодцев, снижать выбросы парниковых газов и расходы органического топлива, создавая при этом социальные, экономические и экологические условия для развития пустынных пастбищ Каракумов.

Составлена геоинформационная карта ветроэнергетических ресурсов с учётом временной изменчивости скорости ветра. Оценён потенциал геотермальных вод для теплоснабжения сооружений и теплиц в различных регионах Туркменистана. Обоснована эффективность использования энергии малых водотоков и мини-ГЭС.

Им разработан и запатентован автономный безотходный гелиобиотехнологический комплекс, позволяющий одновременно выращивать тропические и субтропические культуры, получать сырьё для биологически активных добавок и содержать птицу и животных.

В настоящее время Ахмед Мырадович работает доцентом кафедры автоматизации производственных процессов Туркменского государственного архитектурно-строительного института. Под его руководством ведутся исследования по использованию возобновляемых источников энергии. Им опубликовано более 800 научных статей, книг, монографий, учебников и методических пособий, получено множество патентов.

Наиболее известные его труды:

«Экоэнергетические ресурсы возобновляемых источников энергии»,
«Развитие солнечной энергетики в Туркменистане»,
«Экологические проблемы освоения пустынь»,
«Агротехника выращивания дынного дерева в условиях защищённого грунта»,
«Ресурсы и эффективность использования энергии геотермальных вод»,
«Изменение климата и возможности уменьшения антропогенных нагрузок»,
«Основы ГИС в развитии возобновляемой энергетики».

Он является членом редакционных коллегий журналов «Альтернативная энергетика и экология», «Гелиотехника» и «Научный результат: серия экономические исследования». За достижения в науке и технике Ахмед Мырадович удостоен Премии Ленинского комсомола.

За заслуги перед государством награждён медалью Туркменистана «Watana bolan söýgüsü üçin», удостоен звания «Заслуженный тренер Туркменистана», а также отмечен международными наградами и медалями имени М.В. Ломоносова, К. Ушинского, Н.И. Вавилова, К.А. Тимирязева, Гиппократа и орденом LABORE ET SCIENTIA («Трудом и знанием»).

Термин «экоэнергетика», предложенный им, официально признан новым научным направлением по ряду специальностей.

Ахмед Мырадович пользуется уважением и признанием не только в Туркменистане, но и за его пределами. Его отличают доброжелательность, прямота, отзывчивость и упорство в достижении целей. Его энергия и настойчивость в продвижении возобновляемых источников энергии в условиях пустыни снижают антропогенные нагрузки на природу и вызывают искреннее уважение коллег и молодёжи.

Поздравляем Ахмеда Мырадовича с юбилеем! Желаем крепкого здоровья, успехов и новых научных открытий, которым он посвятил свою жизнь.

Редакционная коллегия научного журнала.

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И КАДАСТРЫ

УДК 332.3

Трухина Н.И., д-р эконом. наук, профессор

Калабухов Г.А., канд. экон. наук, доцент

Гордеева А.А., студент

Воронежский государственный технический университет

БАЛАНС ЗЕМЛИ ВОРОНЕЖСКОЙ

Рассмотрены вопросы формирования субъектов и объектов права собственности земельных участков в рамках действующего законодательства. Особое внимание уделяется проблемам, которые связаны с установлением границ соответствующих землевладений, землепользований, а также вопросам внесения их в единый государственный реестр недвижимости объектов недвижимости, находящиеся в собственности граждан и юридических лиц.

Ключевые слова: права собственности, установление границ, объекты недвижимости, земельная реформа, мониторинг земель, категории земель, земельный фонд.

Формирование субъектов и объектов права собственности на всех территориях тесно связано с установлением границ соответствующих землевладений, землепользований на основании принятых нормативных актов государственных органов власти или органов местного самоуправления о предоставлении земельных участков в рамках действующего законодательства [1-7].

Наряду с установленными границами самого государства российского, границ регионов (республик, краев, областей), границ муниципальных образований районного уровня и сельских (поселковых) поселений и границ населенных пунктов в настоящее время продолжаются процессы внесения в единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН) объектов недвижимости, находящиеся в собственности граждан и юридических лиц [8].

На изменения границ оказывает влияние ряд факторов, главным из которых является существующий строй государства и проводимые при нем земельные реформы. Если посмотреть на эпохальное становление государства российского можно выделить несколько наиболее значимых этапов реформ, связанных с переделом земель [9]. Сюда следует отнести следующие:

- Реформа периода становления Московского государства;
- Петровская реформа;
- Земельная реформа 1861 года;
- Столыпинская аграрная реформа (1903- 1913);
- Октябрьская земельная реформа (1917- 1930);
- Современная земельная реформа 1990 года.

На всех этапах земельных реформ происходили существенные изменения границ землепользований характерных для каждого этапа, но мы более детально остановимся на последней [10].

Основными целями земельной реформы, начатой в 1990 году, которая продолжается и в настоящее время, были ликвидация монополии государственной собственности на землю и введение частной собственности на землю; переход к многообразию форм

хозяйствования на земле; образование земельного рынка; введение платности за землю, перераспределение земель и уточнение границ землевладений и землепользований.

Для осуществления земельной реформы в России была создана государственная земельная служба – Комитет по земельной реформе и земельным ресурсам Российской Федерации и его территориальные органы, созданные во всех субъектах РФ. Основными функциями данной структуры являлись учет земельных преобразований, государственный земельный контроль за охраной и использованием земель, подготовка документов на передачу земель в частную собственность и выдача документов. Основной передел первого этапа земельной реформы закончился в 2000 году. В целях наведения порядка на земле и устранения последствий раздела земельных участков был принят федеральный закон о государственном кадастре недвижимости. Указанный закон, во главу угла поставил земельный кадастр, как базовый и определил порядок его ведения и информационного взаимодействия со всеми другими cadastrами (градостроительным, лесным и др.). Процесс ведения кадастра недвижимости и внесение сведений в ЕГРН (единый государственный реестр недвижимости) продолжается и в настоящее время, так как один из принципов его ведения является заявительный [11].

Одной из функций земельной службы (в настоящее время Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии) является ведение мониторинга земель [8].

Мониторинг земель — это процесс отслеживания за годовыми изменениями, происходящими с земельными ресурсами по их использованию и состоянию на 01 января. Учет земель производится по категориям земель, землевладениям и землепользователям в разрезе муниципальных районов, при суммарном своде сведений районов получаем данные земельного баланса по субъектам РФ, а при обработке данных о земле республик, краев и областей, в центральном аппарате Росреестра формируется земельный фонд Российской Федерации [8, 9].

По данным управления Росреестра по Воронежской области рассмотрим произошедшие изменения земельных угодий по состоянию на 01.01.2001 г. последней отчетностью за 2025 год [12-14].

Таблица 1 - Структура земель по категориям и динамика их изменения

№	Категория земель	На 01.01.2001		На 01.01.2025		Изменения
		тыс. га	%	тыс. га	%	
1	Земли сельскохозяйственного назначения	4221,6	81,2	4173,7	80	-47,9
2	Земли населенных пунктов	458,2	8,7	444,9	8,5	-13,3
3	Земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения	62,4	1,1	73,2	1,4	+10,8
4	Земли особо охраняемых территорий и объектов	34,2	0,6	35,3	0,7	+1,1
5	Земли лесного фонда	391,9	7,4	470,2	9	+78,3
6	Земли водного фонда	11,6	0,2	12,2	0,2	+0,6
7	Земли запаса	41,7	0,8	12,1	0,2	-29,6
ИТОГО		5221,6	100	5221,6	100	

Для сравнения взяты показатели за 2000 год, показывающие изменения, произошедшие за первое десятилетие земельной реформы и данные последней отчетности управления Росреестра по Воронежской области за 2024 год.

Анализ произошедших изменений показывает, что по итогам земельной реформы земли сельскохозяйственного назначения уменьшились на 47,9 тысяч гектаров и это в нашей черноземной зоне. Если посмотреть на статистику до реформенного периода, в среднем сельскохозяйственные предприятия нашей зоны имели в пользовании 5-6 тыс. гектаров, т.е. из оборота земель исключены территории около 10 хозяйств сельскохозяйственного профиля. Кроме того, сельхозземли были использованы для развития индивидуального жилищного строительства при городских поселениях, райцентров и перспективных сельских поселений и для развития коллективного садоводства.

По землям населенных пунктов следует отметить, что несмотря на увеличение жилищных территорий, уменьшение площади данной категории связано с тем, что на все населенные пункты с принятием Градостроительного кодекса, разработаны генеральные планы, при разработки которых были установлены новые границы всех поселений, где были исключены территории, ранее переданные введение органов местного самоуправления, для расширения личных подсобных хозяйств до 1,5 га. Данная норма закона установлена на территории Воронежской области областным законом о регулировании земельных отношений в период проведения земельной реформы [15]. Однако положение о расширении земельных наделов для сельских жителей на территории области не реализовалось и выделенные земельные участки востребованы не были.

Увеличение площади по категории земель промышленности и иного специального назначения на 10,8 тыс. га связано с активным развитием придорожного сервиса (автозаправки, гостиницы, логистические центры, точки питания и другие). Основная дорожная артерия в Воронежской области автодорога «Дон» проходит по 9-ти районам и на всех территориях создаются все новые и новые объекты сервиса в основном за счет земель сельскохозяйственного назначения. Также следует отметить расширение самих дорог областного и районного значения, в том числе создания платных пунктов проезда.

По землям особо охраняемых территорий и объектов, к наиболее крупным из них по площади относятся - Воронежский биосферный заповедник и Хоперский заповедник оба заповедника федерального значения. Так по этим объектам за федеральные деньги проведены работы по уточнению границ соответствующих территорий для постановки на государственный кадастровый учет. К этой категории земель также относятся санатории, дома отдыха, оздоровительные детские центры, памятники природы и другие объекты [16].

По землям лесного фонда, а это федеральная собственность, произошло значительное увеличение площади на 78,3 тыс. га это в основном площади бывших колхозных лесов. В результате реорганизации колхозов и совхозов сельскохозяйственные угодья (пашня, сенокосы и пастбища) были переданы в частную собственность сотрудникам трудовых коллективов в виде земельных паев (долей) с выдачей соответствующих документов. А все остальные угодья остались не учтенными, в том числе лесные угодья. Руководством области было принято решение о проведении работ по установлению границ лесных участков для постановки на кадастровый учет и в целях обеспечения их сохранности и организации хозяйственной деятельности переданы в федеральную собственность органам лесных хозяйств.

По землям водного фонда больших изменений не наблюдается в основном идет процесс уточнения границ объектов данной категории при проведении кадастровых работ [17].

Последняя категория земли запаса. Согласно ст. 103 Земельного кодекса, к землям запаса относятся земли, находящиеся в государственной или муниципальной собственности и не предоставленные не гражданам, и не юридическим лицам. Уменьшение

площади данной категории связано с тем, вначале земельной реформы земля предоставлялась всем желающим на не работать. Но итоги первой десятилетки показали, что многие начинающие фермеры не справились с поставленной задачей и земля у них была изъята и переведена в запас для последующего перераспределения. Последняя отчетность отражает статистику изменений в лучшую сторону [18, 19].

Годовая земельная отчетность предусматривает также распределения земель по формам собственности. В результате земельной реформы все земли распределены на 4 вида – федеральная, областная, муниципальная и частная [12-14].

Данные сведения по Воронежской области показаны в таблице 2.

Таблица 2 - Распределение земельного фонда по формам собственности, тыс. га

№	Формы собственности	2015	2024	+/-
1	Собственность физических лиц	2415,6	2319,3	-96,3
2	Собственность юридических лиц	525,6	735,6	+210,0
3	Государственная и муниципальная собственность, в том числе:	2280,9	2166,7	-114,2
3.1	собственность Российской Федерации	-	611,7	-
3.2	собственность Воронежской области	-	178,3	-
3.3	муниципальная собственность	-	340,1	-
4	ИТОГО	5221,6	5221,6	

Анализируя данные по формам собственности видим уменьшение площади земельных участков у физических лиц это связано в основном с гражданами владельцами земельных долей (паев), которые продают их своим арендаторам. На территории области ими являются ООО ЭкоНиваАгро, ООО Агроэко, ООО Авангард-Агро, ООО Продимекс и другие.

Таким образом, уменьшение земельной площади государственной и муниципальной собственности тесно связано с проведением приватизации государственных предприятий, также предоставление земельных участков на конкурсной основе как для жилищного строительства, так и предпринимательской деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Земельный кодекс Российской Федерации : [принят Государственной думой 28 сентября 2001 года : одобрен Советом Федерации 10 октября 2001 года]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/. – Текст : электронный.
2. О государственной регистрации недвижимости : Федеральный закон № 218-ФЗ от 13.07.2015 : [принят Государственной думой 3 июля 2015 года : одобрен Советом Федерации 8 июля 2015 года]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/. – Текст : электронный.
3. О кадастровой деятельности : Федеральный закон № 221-ФЗ от 24.07.2007 (ред. от 03.07.2016) // Собр. Законодательства РФ. – 2007.- № 31.- Ст. 4017.
4. О землеустройстве N 78-ФЗ от 18.06.2001 [принят Государственной думой 24 мая 2001 года : одобрен Советом Федерации 6 июня 2001 года]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_32132/. – Текст : электронный.
5. Об утверждении порядка кадастрового деления территории Российской Федерации, порядка присвоения объектам недвижимости кадастровых номеров, номеров регистрации, реестровых номеров границ : Приказ Федеральной службы государственной

регистрации, кадастра и картографии N П/0183 от 22 мая 2023 года. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_450482/. – Текст : электронный.

6. Об установлении порядка согласования и утверждения землеустроительной документации, порядка создания и ведения государственного фонда данных, полученных в результате проведения землеустройства, а также порядка их использования : Приказ Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии N П/0036 от 14 февраля 2023 года. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1300953651/>. – Текст : электронный.

7. Положение о государственной экспертизе землеустроительной документации : Постановление правительства РФ № 214 от 4 апреля 2002 г. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901814761/>. – Текст : электронный.

8. Основы кадастра недвижимости : учебное пособие / Г.А. Калабухов, В.Н. Баринов, Н.И. Трухина, А.А. Харитонов. - Воронеж : Воронежский ГАСУ, 2014. – 171 с.

9. Межевание объектов недвижимости : учеб. пособие / Г.А. Калабухов [и др.]; под общ. ред. Г.А. Калабухова ; Воронежский ГАСУ. - Воронеж, 2013. - 221 с.

10. Основы землеустройства : учеб. пособие / Л.М. Ушкуронец. - Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – 86 с.

11. Оценка агроклиматического потенциала для условий Воронежской и Курской областей / А. А. Черемисинов, Г. А. Радцевич, М. Б. Реджепов [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 5. – С. 58-65. – EDN KRZBRP.

12. Региональный доклад о состоянии и использовании земель Воронежской области за 2010 год. – Государственный фонд данных Управления Росреестра по Воронежской области. – URL: <http://www.to36.rosreestr.ru>. – Текст : электронный.

13. Региональный доклад о состоянии и использовании земель Воронежской области за 2015 год. – Государственный фонд данных Управления Росреестра по Воронежской области. – URL: <http://www.to36.rosreestr.ru>. – Текст : электронный.

14. Региональный доклад о состоянии и использовании земель Воронежской области за 2024 год. – Государственный фонд данных Управления Росреестра по Воронежской области. – URL: <http://www.to36.rosreestr.ru>. – Текст : электронный.

15. Реджепов, М.Б. Сравнительная оценка площадей малоиспользуемых земель по районам Воронежской области / М. Б. Реджепов, С. А. Абросин // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2018. – № 2(7). – С. 92-96. – EDN SQCCMN.

16. Территориальное землеустройство: межевание объектов землеустройства : Методические указания к выполнению лабораторных работ, курсовых и дипломных проектов для студентов вузов, 2-е изд. / Волков С.Н., Пименов В.В., Никонов В.Н. и др. – М. : ГУЗ, 2008. – 175 с.

17. Трухина, Н.И. Некоторые особенности учета и регистрации объектов недвижимости / Н. И. Трухина, Н. В. Ершова, В. Селина // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 1(12). – С. 105-107. – EDN TXMWXF.

18. Трухина, Н.И. Особенности механизма проведения государственной кадастровой оценки земель / Н. И. Трухина, С. А. Сидоренко, И. И. Чернышихина // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Экономика, организация и управление в строительстве. – 2011. – № 9. – С. 78-84. – EDN WMVFSL.

19. Управление градостроительными отношениями в муниципальных образованиях: проблемные вопросы и способы совершенствования / А. М. Кулешов, В. Н.

Баринов, Н. И. Трухина, Г. Б. Вязов. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2018. – 182 с. – ISBN 978-5-4446-1152-4. – EDN XYSVUT.

Trukhina N.I., Doctor of Economics sciences, Professor
Kalabuhov G.A., Candidat of Economics sciences, Docent
Gordeeva A.A., student
Voronezh State Technical University

VORONEZH LAND BALANCE

This article examines the formation of subjects and objects of land ownership rights within the framework of current legislation. Particular attention is paid to issues related to establishing the boundaries of relevant land holdings and land uses, as well as issues of including them in the Unified State Register of Real Estate owned by individuals and legal entities.

Key words: property rights, boundary establishment, real estate, land reform, land monitoring, land categories, land fund.

Вязов Г.Б., канд. экон. наук, доцент
Трухин Ю.Г., канд. техн. наук, доцент
Греченко Н.В., магистр
Воронежский государственный технический университет

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ГОРОДСКИМИ ТЕРРИТОРИЯМИ

Современные методы управления городскими территориями играют важную роль в обеспечении устойчивого развития и повышении качества жизни городских жителей. В данной статье анализируются основные подходы и инструменты, используемые для эффективного управления городскими территориями в условиях современного городского развития.

Один из ключевых методов управления городскими территориями — это комплексное планирование и стратегическое развитие городов. Этот подход предполагает формирование долгосрочной стратегии развития города, анализ его потенциала и проблемных зон, разработку стратегических целей и задач. Для успешного управления городскими территориями необходимо учитывать потребности и интересы различных групп населения, а также обеспечить социальную справедливость и устойчивость городской инфраструктуры.

Следующим важным методом управления городскими территориями является применение современных информационных технологий. Геоинформационные системы, цифровые платформы управления городом, мониторинг и аналитика данных позволяют эффективно управлять городским пространством, оптимизировать транспортные потоки, повышать безопасность и комфортность горожан. Современные методы управления городскими территориями ориентированы на сбалансированное развитие городов, улучшение качества жизни горожан и сохранение окружающей среды. Применение инновационных подходов и технологий позволяет эффективно управлять городскими ресурсами, создавать устойчивые городские сообщества и обеспечивать устойчивое развитие городов в условиях современного мегаполиса.

Ключевые слова: ГИС, управление городскими территориями, основные методы.

Современные методы управления городскими территориями становятся все более важными в условиях быстрого урбанизационного роста и изменяющихся потребностей населения. Городские территории являются сложными системами, включающими в себя жилые зоны, коммерческие объекты, инфраструктуру, природные и рекреационные зоны. Для достижения эффективного и рационального управления такими территориями необходимо применение современных методов и подходов, которые в свою очередь обеспечат устойчивое развитие, повышение уровня качества жизни горожан и оптимизацию использования ресурсов [1, 2].

Один из наиболее важных и ключевых аспектов, который имеет значительное значение современного управления городскими территориями заключается в использование геоинформационных систем (ГИС). Эти системы позволяют собирать, хранить, обрабатывать и анализировать пространственные данные о городских территориях, что способствует принятию обоснованных решений по планированию развития города [3]. Благодаря ГИС можно проводить анализ территорий, выявлять проблемные зоны,

оптимизировать транспортную инфраструктуру, управлять земельным использованием и многое другое [6].

Еще одним крайне важным и значимым методом эффективного управления городскими территориями является концепция устойчивого развития, которая приобретает все большее значение в мире. Учитывая все более заметное влияние современных городов на окружающую среду и ресурсы планеты, становится особенно важным ориентироваться на долгосрочное сохранение экологического баланса при планировании, реконструкции и развитии городов. Принципы устойчивого развития, которые должны быть включены в процесс градостроительства, подразумевают учет потребностей как текущих, так и будущих поколений, что является основополагающим для достижения гармонии между человеком и природой. Также важным аспектом является сбалансированное и ответственное использование природных ресурсов, чтобы избежать их истощения. Кроме того, сохранение биологического разнообразия должно стать приоритетной задачей, так как это имеет решающее значение для поддержания экосистемных услуг. Наконец, создание комфортной, безопасной и эстетически привлекательной городской среды для всех жителей также представляет собой неотъемлемую часть концепции устойчивого развития и является залогом качества жизни в городах [3, 4].

Для эффективного и продуктивного управления городскими территориями также активно и широко применяются различные методы участия общественности. Вовлечение жителей города в процесс принятия решений, касающихся развития и преобразования городской территории, способствует значительному повышению их участия в формировании городской среды, что, в свою очередь, способствует более глубокому пониманию и осмысливанию потребностей местного населения. Этот процесс улучшает коммуникацию и диалог между органами власти и гражданами, позволяя тем самым выявлять и учитывать актуальные интересы жителей. В конечном итоге, это приводит к улучшению качества принимаемых решений, так как власти получают более полное и всестороннее представление о мнениях, желаниях и потребностях горожан, что в свою очередь непосредственно влияет на жизнь и комфорт людей в городской среде в целом [5].

Таким образом, современные методы управления городскими территориями представляют собой важный и многогранный процесс, в котором активно используются инновационные подходы, такие как применение геоинформационных систем, внедрение принципов устойчивого развития, а также привлечение общественности к решению актуальных вопросов. Геоинформационные системы позволяют осуществлять точный анализ данных, мониторинг территорий и грамотное планирование, что существенно повышает эффективность управления городской инфраструктурой. Принципы устойчивого развития, в свою очередь, фокусируют внимание на обеспечении экологической стабильности, рациональном использовании природных ресурсов и стремлении к долгосрочному благоустройству городской среды. Участие общественности играет ключевую роль в достижении прозрачности принятых решений, повышении уровня доверия к властям и создании условий для активного взаимодействия между горожанами и управляющими структурами. Комплексное применение данных методов способствует решению многочисленных проблем, связанных с развитием городской территории. Такое стратегическое подходит к управлению позволяет достигать устойчивого роста, который гармонично сочетается с улучшением качества жизни местного населения, сохранением культурных и природных ценностей, а также обеспечением комфортных условий для будущих поколений.

Цель исследования данной статьи заключается в рассмотрении современных методов управления городскими территориями в контексте современных вызовов и требований. Городские территории становятся все более сложными и разнообразными из-за быстрого роста населения, урбанизации, развития технологий и изменяющихся

потребностей общества. В связи с этим, необходимо исследовать и разработать эффективные методы управления городскими территориями, которые учитывают все аспекты устойчивого развития, социальной справедливости, экономического процветания и экологической устойчивости.

Современные методы управления городскими территориями должны представлять собой интегративный и многоуровневый процесс, сочетающий в себе комплексный подход, внедрение передовых технологий и инновационных решений, а также учет широкого спектра разнообразных факторов. Эти факторы включают в себя социальные аспекты, экономическую ситуацию, экологические особенности и культурную специфику, которые характеризуют каждый конкретный город. Грамотное управление городскими территориями требует тщательного анализа этих параметров, а также их взаимосвязей, чтобы обеспечивать устойчивое развитие городской среды и высокое качество жизни для населения [7].

В процессе исследования современных подходов к управлению городскими территориями важно обратить внимание на лучшие мировые практики, которые демонстрируют успешный опыт реализации инновационных подходов. Примеры из различных стран и регионов позволяют изучить и адаптировать решения, основывающиеся на локальных потребностях и условиях. Такие практики часто включают использование цифровых инструментов, таких как геоинформационные системы для пространственного анализа, применения принципов Smart City в управлении ресурсами, повышения энергетической эффективности, а также внедрение экологически ориентированных программ по сохранению окружающей среды [8, 9].

Не менее важен анализ опыта успешных городских проектов, направленных на создание устойчивой городской среды посредством решения экономических, социальных и экологических задач. К числу таких проектов могут относиться программы по продвижению альтернативных видов транспорта, создание зеленых зон, поддержка локальных культурных инициатив, а также меры по улучшению городской инфраструктуры и повышению доступности социальных услуг. Данные примеры демонстрируют, как стратегический подход к управлению может привести к формированию городов, комфортных для жизни, адаптированных к изменениям и вызовам современности, и открытых к участию жителей в процессе их развития. Использование этого опыта в комплексной интеграции инновационных методов способствует не только устойчивому развитию, но и глубокой модернизации подходов к управлению городской территорией в целом [10].

Цель исследования также заключается в выявлении основных принципов и стратегий управления городскими территориями, которые могут быть применены для создания инновационных и устойчивых городов. Необходимо уделить внимание таким аспектам, как управление городскими инфраструктурами, благоустройством городских пространств, развитием транспортной системы, а также повышением качества жизни жителей.

Исследование современных методов управления городскими территориями также направлено на анализ проблем, с которыми сталкиваются города в условиях быстрого урбанизационного роста, изменения климата и увеличения городской плотности застройки. Важно исследовать способы оптимизации использования городских ресурсов, развития "умных" городов, применения цифровых технологий в управлении городскими процессами и другие инновационные подходы [11, 12].

Таким образом, целью данного исследования является выявление актуальных проблем и вызовов, с которыми сталкиваются современные города, и разработка рекомендаций по улучшению методов управления городскими территориями с учетом стремления к устойчивому развитию и повышению качества жизни горожан.

Для исследования и оценки современных методов управления городскими территориями был проведен анализ актуальных исследований, а также использована информация, представленная в научных публикациях, отчетах и статистических данных о городах различного масштаба. Методы исследования включали в себя анализ существующих стратегий управления городским пространством, изучение применяемых инструментов и технологий в различных городах мира, а также сравнительный анализ эффективности различных подходов к управлению городскими территориями.

Для сбора данных использовались как качественные, так и количественные методики исследования. К качественным методам можно отнести анализ литературных источников, экспертные интервью с представителями городской власти, а также участие в профессиональных конференциях и семинарах по тематике управления городскими территориями.

Количественные методы исследования включали в себя сбор и анализ статистических данных о состоянии городов, проведение опросов среди жителей для выявления их потребностей и оценки уровня удовлетворенности предоставляемыми услугами, а также использование географических информационных систем (ГИС) для визуализации и анализа пространственных данных о городских территориях.

Для комплексного исследования современных методов управления городскими территориями были также применены сравнительный анализ и SWOT-анализ, позволяющие выявить сильные и слабые стороны различных подходов к управлению городским пространством, а также определить возможности для улучшения и угрозы, с которыми может столкнуться городская среда в будущем.

В ходе исследования было уделено внимание не только теоретическим аспектам управления городскими территориями, но и особенностям и практическим примерам успешного применения современных методов управления в конкретных городах. Кроме того, были выявлены основные проблемы, с которыми сталкиваются города при внедрении новых методов управления, и предложены пути их решения на основе лучших практик [5, 6, 9].

Анализ материалов и методов исследования позволил сделать вывод о том, что использование современных методов управления городскими территориями является необходимым условием для эффективного развития городов и повышения качества жизни и удовлетворенности жителей. Эти методы позволяют учитывать специфику каждого города, его потребности и особенности, а также прогнозировать изменения в городской среде и адаптировать управленческие решения под новые вызовы и возможности.

Результаты исследования в области современных методов управления городскими территориями свидетельствуют о значительном влиянии инновационных подходов на развитие городской среды. Одним из главных результатов исследований стало выявление того, что цифровые технологии играют важную роль в оптимизации управления городскими пространствами. Системы умных городов, оснащенные сенсорными устройствами и программным обеспечением для сбора и анализа данных, позволяют эффективно управлять транспортной инфраструктурой, обеспечивать безопасность и повышать качество жизни горожан.

Другим важным результатом исследований является понимание необходимости учета мнения жителей при разработке стратегии управления городскими территориями. Успешные методы управления городскими пространствами строятся на активном взаимодействии между гражданами и властями, учитывая их потребности и предпочтения. Проведение общественных консультаций, опросов и участие граждан в процессе принятия решений становятся ключевыми компонентами успешного городского управления.

Результаты исследований также выявили важность устойчивого развития городов и экологической устойчивости управления городскими территориями. В связи с

увеличением городского населения и интенсивного использования ресурсов, необходимо стремиться к уменьшению негативного воздействия на окружающую среду. Применение экологически чистых технологий, рациональное использование природных ресурсов и инфраструктура для повышения энергоэффективности – это лишь некоторые из методов, которые могут быть применены при управлении городскими территориями с учетом экологических принципов [11].

Исследования подтверждают, что успешное управление городскими территориями требует комплексного подхода, который объединяет технологические инновации, участие общественности и экологическую устойчивость. Развитие современных методов управления городскими пространствами позволяет создать комфортное и безопасное окружение для жителей, способствует экономическому росту и обеспечивает устойчивое развитие городов в целом.

Современные подходы к управлению городскими территориями представляют собой фундаментальный инструмент, который во многом определяет успешное развитие городов и уровень комфорта их жителей. Исследование различных методов и практик управления городской средой дает возможность понять ключевые аспекты эффективного управления, а также разрабатывать комплексные решения, способствующие устойчивому развитию.

Прежде всего, необходимо подчеркнуть, что управление городскими территориями требует целостного и системного подхода, который учитывает самые разнообразные аспекты городской жизни. Грамотная интеграция таких сфер, как градостроительство, транспорт, экология, социальная инфраструктура, культурное наследие и экономика, позволяет добиться создания удобной, безопасной и привлекательной городской среды. Только синергия различных областей и критическое осмысление их взаимосвязей делают возможным проектирование функционального пространства, где местные сообщества могут процветать.

Кроме того, современные методы управления невозможно представить без использования передовых информационных технологий. Цифровые инструменты, системы аналитики и геоинформационные платформы помогают администрациям получать точные данные о состоянии городских территорий, выявлять проблемные зоны, прогнозировать развитие и принимать стратегически обоснованные решения. Автоматизация и цифровизация процессов увеличивают скорость реагирования на изменение условий, минимизируют ошибки, а также повышают общую эффективность управления.

Еще одним ключевым элементом управления является активное участие общественности и местных жителей в процессе принятия решений. Современные подходы предполагают переход от одностороннего административного управления к партнерским моделям взаимодействия с населением. Учет мнения горожан, их инициатив и идей позволяет создавать городскую среду, которая отражает реальные потребности и интересы всех её жителей. Объединение усилий городской власти, бизнеса и гражданских активистов формирует основу для продуктивного диалога и совместной работы над достижением общих целей.

Следовательно, современные методы управления городской средой ориентированы на создание пространства, которое отвечает принципам устойчивого развития, способствует повышению качества жизни населения, а также минимизирует негативное воздействие на окружающую среду. Их успешная реализация требует постоянного совершенствования, внедрения новейших технологий и активного взаимодействия с обществом. При этом необходимо понимать, что универсальных решений для управления территорией не существует — каждый город нуждается в индивидуальном подходе, который учитывает его особенности, контекст и потребности.

Подводя итоги, можно отметить, что управление городскими территориями — это сложный, многосоставной процесс, от которого зависит будущее городов и благополучие их жителей. Современные технологии, инновационные подходы и вовлечение горожан предоставляют широкие возможности для повышения эффективности управления, однако успех этого процесса зависит от комплексного анализа, корректировки методов под изменяющиеся условия и постоянной адаптации. Такое управление становится важным фактором формирования устойчивой, комфортной и гармоничной городской среды, которая способствует развитию современного общества и улучшению качества жизни всех горожан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрам, А.П. Современные механизмы и технологии управления городским хозяйством мегаполиса / А.П. Абрам // Modern Economy Success. - 2022. - № 2. - С. 38-42.
2. Аветян, А.А. Концепция «smart city» как стратегия управления городским хозяйством / А.А. Аветян // Регион и мир. - 2020. - Т. 11. - № 6. - С. 146-149.
3. Аветян, А.А. Концепция «умный город» и особенности управления городским хозяйством / А.А. Аветян // Четырнадцатая Годичная научная конференция : сборник научных статей конференции. - Ереван, 2020. - С. 155-158.
4. Анюшенкова, О.Н. Особенности управления городским хозяйством в городах федерального значения / О.Н. Анюшенкова, В.С. Барсукова // Самоуправление. - 2021. - № 3 (125). - С. 153-156.
5. Балашов, Е.Б. Умные технологии управления городским хозяйством / Е.Б. Балашов // Роль местного самоуправления в развитии государства на современном этапе : материалы VI Международной научно-практической конференции. - Москва, 2021. - С. 158-160.
6. Батырева, Д.Б. Муниципальное управление отраслями городского хозяйства как вид социального управления / Д.Б. Батырева, Э.О. Менкеева, О.Н. Дорджиев, В.В. Валетова // Экономика и предпринимательство. - 2021. - № 6 (131). - С. 426-430.
7. О внесении изменений в государственную программу Российской Федерации «Экономическое развитие и инновационная экономика» : Постановление Правительства Российской Федерации №1725 от 5 декабря 2024 г. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/file/a5256e4f101133495f8ed848dc02af63/1725_05122024.pdf/. – Текст : электронный.
8. Реджепов, М.Б. Реструктуризация земель как механизм управления земельными ресурсами / М. Б. Реджепов, Я. В. Мальцева // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2019. – № 2(9). – С. 67-70. – EDN WSUHBB.
9. Трухин, Ю.Г. Особенности современного этапа развития КРТ и практических подходов к управлению недвижимостью / Ю. Г. Трухин, Н. И. Трухина, Г. Б. Вязов // Real Estate: Economics, Management. – 2023. – № 4. – Р. 41-44. – DOI 10.22337/2073-8412-2022-4-41-44. – EDN KCVGEZ.
10. Трухин, Ю.Г. Особенности современных подходов к технической оценке состояния объектов городской недвижимости на этапах реализации Комплексного Развития застроенных территорий / Ю. Г. Трухин, Н. И. Трухина // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 1(1). – С. 7-14. – EDN QTURXN.
11. Управление градостроительными отношениями в муниципальных образованиях: проблемные вопросы и способы совершенствования / А. М. Кулешов, В. Н. Баринов, Н. И. Трухина, Г. Б. Вязов. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2018. – 182 с. – ISBN 978-5-4446-1152-4. – EDN XYSVUT.

12. Черемисинов, А.А. К вопросу о применимости теории управления к природно-техническому комплексу / А. А. Черемисинов, Г. А. Радцевич, М. Б. Реджепов // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 2(2). – С. 102-107. – EDN QXGARL.

Vyazov G.B., Candidate of Economic sciences, Docent

Trukhin Yu.G., Candiat of Technical sciences, Docent

Grechenko N.V., Master student

Voronezh State Technical University

FEATURES OF CYCLICAL DEVELOPMENT OF THE ECONOMY

Modern methods of urban management play an important role in ensuring sustainable development and improving the quality of life of urban residents. This article analyzes the main approaches and tools used for effective urban management in the context of modern urban development.

One of the key methods of urban area management is integrated urban planning and strategic development. This approach involves the formation of a long-term strategy for the development of the city, the analysis of its potential and problem areas, the development of strategic goals and objectives. For successful management of urban areas, it is necessary to take into account the needs and interests of various population groups, as well as ensure social justice and sustainability of urban infrastructure.

The next important method of urban management is the use of modern information technologies. Geoinformation systems, digital city management platforms, monitoring and data analytics make it possible to effectively manage urban space, optimize traffic flows, and increase the safety and comfort of citizens.

Modern methods of urban area management are focused on balanced urban development, improving the quality of life of citizens and preserving the environment. The use of innovative approaches and technologies makes it possible to effectively manage urban resources, create sustainable urban communities and ensure sustainable urban development in a modern metropolis.

Key words: GIS, urban area management, basic methods.

Торосян А.В., студент

Малащенко М.Е., студент

Самойлова А.Д., студент

Васильчикова Е.В., старший преподаватель

Воронежский государственный технический университет

ПОСТАНОВКА НА КАДАСТРОВЫЙ УЧЕТ РАНЕЕ УЧТЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

Проанализированы правовые и практические особенности постановки на кадастровый учет ранее учтенных объектов недвижимости на территории Российской Федерации. Особое внимание уделено объектам, права на которые возникли до введения Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН). На примере земельного участка, расположенного в Новоусманском районе Воронежской области на территории СНТ «Усманка-2», рассматриваются проблемы и порядок устранения ошибок, которые были допущены в правоустанавливающих документах постсоветского периода.

Ключевые слова: кадастровый учет, земельный участок, ранее учтенный объект, ЕГРН, Росреестр, право собственности.

Современная система кадастрового учета в России является ключевым инструментом государственного регулирования пространственных данных и имущественных отношений. В 2017 году появился Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН), который объединил сведения о кадастровом учете и регистрации прав на недвижимое имущество, обеспечивая юридическую защищенность имущественных сделок. Однако до введения ЕГРН существовали другие формы учета объектов недвижимости: государственный земельный кадастр, государственный кадастр недвижимости, регистрационные книги БТИ, реестры прав органов местного самоуправления. Объекты, сведения о которых были внесены в эти системы до введения ЕГРН, относятся к категории ранее учтенных объектов недвижимости. В настоящее время постановка на кадастровый учет таких объектов требует особого правового подхода и корректного документального подтверждения [1, 4].

Понятие кадастрового учета объектов недвижимости.

Согласно пункту 7 статьи 1 Федерального закона от 13 июля 2015 года №218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости», кадастровый учёт представляет собой совокупность юридически значимых действий, направленных на внесение в Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН) сведений об объекте недвижимости, подтверждающих его существование в пространстве и закрепляющих индивидуальные характеристики. К числу таких характеристик относятся площадь, границы, местоположение, кадастровый номер, а также иные параметры, позволяющие однозначно идентифицировать объект в системе государственного учёта [1].

Функциональное значение кадастрового учёта выходит за рамки исключительно технической процедуры и проявляется в его ключевой роли как элемента правового регулирования имущественных отношений [2, 3]. Основные цели кадастрового учёта приведены на рисунке 1.



Рис.1. Основные цели кадастрового учёта

Таким образом, кадастровый учёт выступает системообразующим звеном в механизме государственной регистрации недвижимости, обеспечивая достоверность и актуальность сведений, используемых при осуществлении правовых, экономических и управленических процессов.

Ранее учтенные объекты недвижимости

К категории ранее учтённых относятся объекты недвижимости — земельные участки, здания, сооружения и иные объекты, права на которые возникли до вступления в силу Федерального закона от 21 июля 1997 года № 122-ФЗ «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним». Иными словами, речь идёт о недвижимом имуществе, сведения о котором были зафиксированы в государственных кадастровых, технических или иных учётных системах, действовавших до формирования Единого государственного реестра недвижимости [8].

Следовательно, такие объекты обладают особым правовым режимом: формально признаваясь существующими в имущественном обороте, они могут не иметь актуализированных сведений в ЕГРН, что влечёт необходимость их последующего включения в современную систему государственного учёта в целях обеспечения юридической определённости и правовой прозрачности имущественных отношений [5, 6, 7].

Такие объекты могли быть учтены на основании:

1. Свидетельства о праве собственности (в том числе выданного администрацией).
2. Акта органа власти.
3. Технического плана БТИ.

Однако часто старые документы содержат ошибки или неполные сведения, что затрудняет постановку объекта на кадастровый учет в настоящее время.

Постановка на кадастровый учет ранее учтенных объектов недвижимости в 2025 году.

В настоящее время постановка ранее учтенных объектов недвижимости на кадастровый учет регулируется нормативными актами, представленными на рисунке 2.

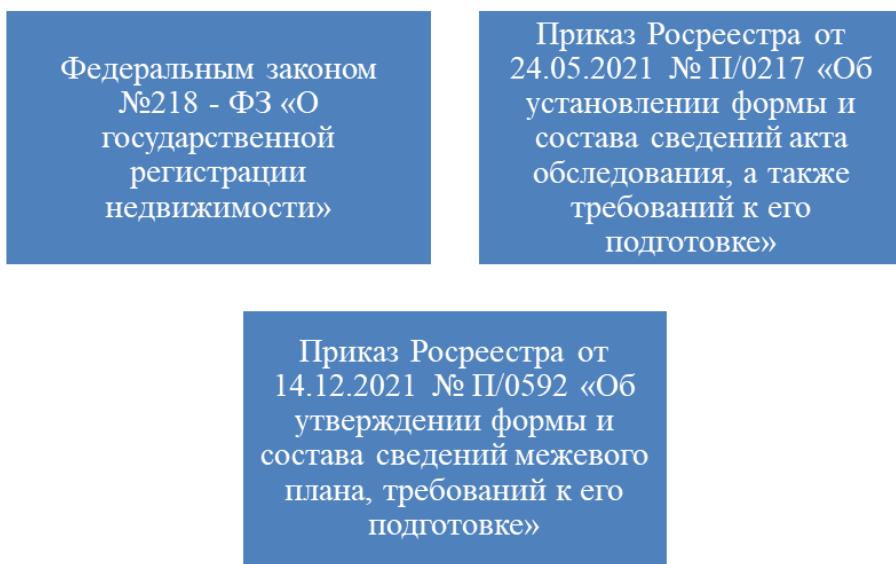


Рис.2. Нормативные акты, регулирующие ГКУ

С 1 марта 2025 года вступает в силу Федеральный закон № 487-ФЗ, предусматривающий внесение изменений в часть 5.1 статьи 69 Федерального закона № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости». Указанный нормативный акт вносит значительные корректировки в действующий механизм включения ранее учтённых объектов недвижимости в Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН), что отражает общий курс на повышение точности и достоверности кадастровых данных [9].

С момента вступления закона в силу регистрационные действия в отношении таких объектов — независимо от их вида, будь то земельные участки или объекты капитального строительства — будут осуществляться исключительно при наличии межевого либо технического плана. Данное требование направлено на обеспечение единообразия исходных данных, служащих основанием для внесения сведений в ЕГРН, а также на минимизацию рисков правовой неопределенности, возникающей при отсутствии актуальной технической документации (Рис. 3).

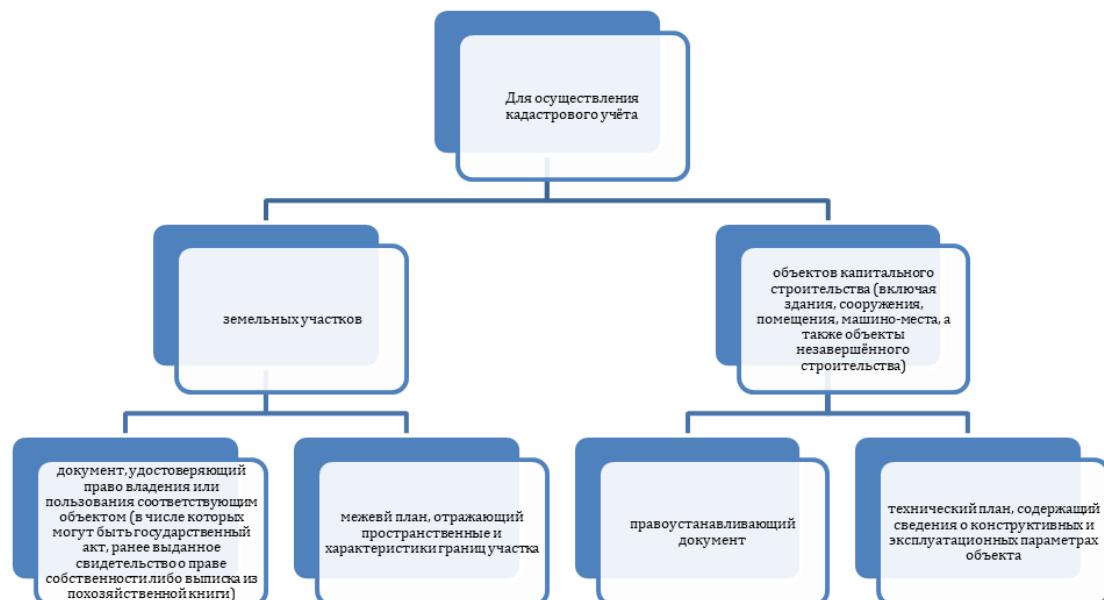


Рис. 3. Осуществление кадастрового учета ранее учтенных объектов недвижимости

Таким образом, нововведения, закреплённые Федеральным законом № 487-ФЗ, формируют более строгую и систематизированную процедуру внесения ранее учтённых объектов недвижимости в ЕГРН, что должно способствовать повышению прозрачности кадастрово-регистрационных процессов и укреплению правовой защищённости собственников.

Исключение составляют случаи, когда обращение с заявлением осуществляется уполномоченным органом, выполняющим работы по выявлению правообладателей — тогда предоставление межевого или технического плана не требуется [10].

Важно подчеркнуть, что наличие статуса «ранее учтённого» не ограничивает право использования объекта недвижимости. Однако действующее законодательство требует, чтобы каждый объект имел кадастровый номер и номер государственной регистрации в ЕГРН.

Если правообладатель заинтересован в актуализации сведений об объекте, необходимо обратиться к кадастровому инженеру для подготовки межевого (для участка) или технического (для здания, сооружения) плана и подать заявление в Росреестр.

Кроме того, закон дополняется новыми основаниями для отказа во внесении сведений в ЕГРН (пункты 8 и 9 части 8 статьи 69 ФЗ № 218). Отказ последует, если:

- при подаче заявления по земельному участку отсутствует межевой план;
- при подаче заявления по зданиям, сооружениям, помещениям и иным объектам — отсутствует технический план.

Таким образом, современное законодательство о государственной регистрации недвижимости устанавливает четкий и регламентированный порядок актуализации статуса ранее учтенных объектов недвижимости, обеспечивая их правовую определенность и прозрачность учета.

Процесс постановки включает следующие этапы [11]:

1. Проверка наличия сведений в ЕГРН.

Через сайт Росреестра выполняется поиск по адресу или кадастровому номеру, если сведения отсутствуют — объект подлежит постановки на учет.

2. Подготовка правоустанавливающих документов

Если документ содержит неточности (не указан номер участка в СНТ), то они могут быть уточнены при межевании.

3. Проведение кадастровых работ.

Выполняется межевание земельного участка с определением точных координат границ. После оформляется межевой план в электронном виде.

4. Подача заявления в Росреестр.

Его можно подать через МФЦ, на портале Росреестра или лично в офисе Кадастровой палаты. К заявлению прикладываются: правоустанавливающий документ, межевой план и паспорт заявителя.

5. Рассмотрение и внесение сведений в ЕГРН.

В течение 7 рабочих дней Росреестр вносит сведения о ранее учтённом объекте недвижимости. После этого участок получает кадастровый номер, а собственник получает выписку из ЕГРН.

Пример из практики.

Земельный участок, расположенный в СНТ «Усманка-2» Новоусманского района Воронежской области, предоставлен гражданину на основании свидетельства о праве собственности от 1995 года. В документе отсутствует номер участка, что является технической ошибкой.

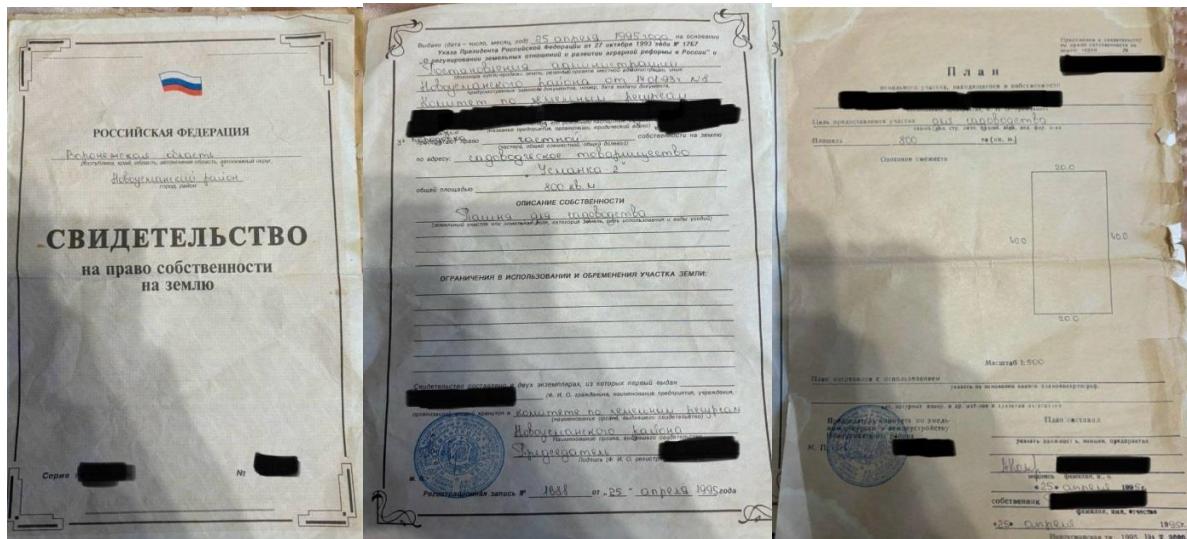


Рис. 4. Свидетельство на право собственности.

Для постановки данного земельного участка на кадастровый учет, собственнику необходимо:

1. Узнать номер своего участка.

Для этого нужно обратиться в администрацию или к председателю СНТ, чтобы «поднять» архив. Нам потребуется документ, удостоверяющий личность и правоустанавливающий документ на имущество.

2. Провести кадастровые работы (межевание) с указанием координат и фактического номера участка в СНТ.

3. Приложить к заявлению копию свидетельства 1995 года и акт обследования (при необходимости)

4. Подать заявление о внесении сведений о ранее учтенном объекте в Росреестр

После проверки и сопоставления сведений участок будет поставлен на кадастровый учет как ранее учтенный, с присвоением уникального кадастрового номера.

Проблемы и пути совершенствования процедуры постановки на кадастровый учет ранее учтенных объектов недвижимости.

Несмотря на совершенствование законодательства и внедрение электронных сервисов Росреестра, процедура постановки ранее учтенных объектов недвижимости на кадастровый учёт по-прежнему сопровождается рядом проблем как правового, так и организационного характера [12].

1. Недостаточная точность и достоверность архивных сведений.

Большая часть правоустанавливающих документов советского и постсоветского периода не содержит координатных привязок, что приводит к необходимости проведения дополнительных кадастровых работ. В ряде случаев архивы местных администраций и садоводческих товариществ утрачены или ведутся в неудовлетворительном состоянии. Это затрудняет идентификацию участка и подтверждение прав собственности.

Пути решения: создание цифровых архивов документов БТИ, администраций и СНТ, а также организация региональных программ по оцифровке и сопоставлению старых данных с современными кадастровыми картами.

2. Ошибки и расхождения в правоустанавливающих документах.

Нередко встречаются технические неточности — различие площадей, отсутствие номера участка, противоречия между текстовыми и графическими частями документа. Такие ошибки требуют корректировки через кадастрового инженера или судебные органы.

Пути решения: разработка единой методики проверки архивных документов при кадастровом учёте ранее учтённых объектов и внедрение упрощённого порядка исправления технических ошибок на основании акта обследования без обращения в суд.

3. Низкая информированность граждан.

Многие собственники, особенно в садоводческих некоммерческих товариществах, не осведомлены о необходимости постановки объектов на кадастровый учёт и обновления сведений в ЕГРН. Отсутствие достоверной информации приводит к невозможности регистрации сделок, оформлению наследства и распоряжению имуществом.

Пути решения: проведение информационных кампаний на уровне субъектов РФ и муниципалитетов, разъяснительная работа через МФЦ и председателей СНТ, публикация пошаговых инструкций на официальных порталах органов власти.

4. Сложности взаимодействия кадастровых инженеров, Росреестра и заявителей.

На практике возникают ситуации, когда межевые или технические планы отклоняются из-за несоответствия формата, ошибок XML-файлов или различий в требованиях территориальных управлений Росреестра.

Пути решения: стандартизация требований к подготовке кадастровых документов, внедрение единой системы предварительной проверки файлов перед подачей, развитие сервисов автоматического контроля качества данных.

5. Отсутствие комплексного подхода к постановке ранее учтённых объектов.

Процесс зачастую осуществляется точечно — по отдельным участкам или объектам, что не позволяет обеспечить системность обновления данных.

Пути решения: разработка федеральных и региональных программ инвентаризации ранее учтённых объектов недвижимости, включающих массовое межевание, выявление правообладателей и внесение сведений в ЕГРН в рамках государственных контрактов.

Таким образом, для повышения эффективности кадастрового учёта ранее учтённых объектов недвижимости требуется комплекс мер, включающий совершенствование нормативной базы, повышение качества исходных данных, цифровизацию архивов и активное взаимодействие государства с гражданами. Реализация этих направлений позволит сократить количество ошибок, ускорить процесс регистрации и обеспечить юридическую защищённость собственников.

Введение новых требований направлено на повышение точности и достоверности сведений, содержащихся в Едином государственном реестре недвижимости. Это позволит исключить ошибки, возникавшие при учете объектов на основании старых документов, и обеспечить единообразие кадастровых данных по всей территории Российской Федерации. В результате повысится прозрачность имущественных отношений и упростится взаимодействие между гражданами, органами власти и организациями при совершении сделок с недвижимостью.

Кроме того, обновленный порядок постановки на кадастровый учет способствует защите прав собственников. Наличие межевого или технического плана подтверждает фактическое существование объекта недвижимости и его характеристики, что минимизирует риски возникновения споров о границах, площади или принадлежности имущества. Это особенно актуально для объектов, права на которые возникли до введения современной системы регистрации, когда учет велся без единых стандартов и точных координат.

Таким образом, изменения, вступающие в силу с 1 марта 2025 года, можно рассматривать как шаг к формированию более надежной и современной системы кадастрового учета. Она не только обеспечивает юридическую определенность объектов недвижимости, но и способствует развитию рынка недвижимости, улучшению

инвестиционного климата и повышению доверия к государственным институтам, регулирующим имущественные отношения.

Постановка на кадастровый учет ранее учтенных объектов недвижимости является значимым этапом легализации имущественных прав, сформировавшихся до проведения реформы системы регистрации. Практика показывает, что основные сложности возникают из-за неполных или устаревших документов, отсутствия точных координат и неточностей в описании границ участков. Проведение кадастровых работ в соответствии с современными требованиями законодательства позволяет устранить эти недочеты, внести объект в ЕГРН и тем самым обеспечить его юридическую защиту, а также предоставить собственнику возможность полноценно распоряжаться своим имуществом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боков, В.С. Зарождение и становление кадастровой системы в Российской Федерации / В. С. Боков, М. Б. Реджепов // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2020. – № 1(10). – С. 84-87. – EDN NFCFIB.
2. Боков, В.С. Совершенствование государственного кадастрового учета земельных участков: правовой аспект / В. С. Боков, М. Б. Реджепов, В. В. Григораш // OPEN INNOVATION : сборник статей XII Международной научно-практической конференции, Пенза, 23 апреля 2020 года. – Пенза : "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2020. – С. 125-128. – EDN OGCXQU.
3. Васильчикова, Е. В. Изменение вида разрешенного использования земельного участка / Е. В. Васильчикова, В. Н. Баринов // Студент и наука. – 2017. – № 3. – С. 73-78. – EDN YTFGHR.
4. Васильчикова, Е. В. Комплекс земельно-кадастровых работ при реализации проекта строительства / Е. В. Васильчикова, Н. В. Ершова // Инновационные технологии и технические средства для АПК : материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Воронеж, 14–16 ноября 2018 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2018. – С. 190-194. – EDN YXMRNB.
5. Игнатовская, С.Ю. Совершенствование процедуры кадастрового учета объектов недвижимости / С. Ю. Игнатовская, А. О. Кафтайкин, М. Б. Реджепов // Природообустройство и природопользование геоландшафтов. – 2024. – № 4. – С. 17-21. – EDN RGUMKQ.
6. Исследование проблем государственной кадастровой оценки на современном этапе / Н. И. Трухина, Е. В. Григораш, С. А. Ли, М. А. Повалюхина // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2023. – № 5-1. – С. 148-154. – DOI 10.17513/vaael.2820. – EDN XRMME.
7. Кадастр застроенных территорий / Н. В. Ершова, В. Н. Баринов, Н. И. Трухина [и др.]. – Воронеж: Издательство Истоки, 2019. – 147 с. – EDN ZDKTNB.
8. Мезенцева, Н. М. Ранее учтенные объекты недвижимости / Н. М. Мезенцева // Студенческая наука - взгляд в будущее: Материалы XIX Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 27–29 февраля 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 30-32. – EDN XTWBYQ.
9. Совершенствование системы кадастрового учета объектов недвижимости по показателям их технического состояния / Ю. А. Цыпкин, Ю. Г. Трухин, Г. А. Калабухов, Н. И. Трухина // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2025. – Т. 20, № 4(243). – С. 236-245. – DOI 10.33920/sel-04-2504-06. – EDN ZEIZB.
10. Трухин, Ю.Г. Особенности современных подходов к технической оценке состояния объектов городской недвижимости на этапах реализации Комплексного

Развития застроенных территорий / Ю. Г. Трухин, Н. И. Трухина // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 1(1). – С. 7-14. – EDN QTURXN.

11. Трухина, Н.И. Модель идентификации объектов коммерческой недвижимости в теории нечетких множеств / Н. И. Трухина, Э. Ю. Околелова // Недвижимость: экономика, управление. – 2017. – № 4. – С. 33-38. – EDN YOQNDY.

12. Храмова, В. А. Особенности постановки на государственный кадастровый учет ранее учтенных земельных участков / В. А. Храмова, Ю. С. Иралиева, С. Д. Киселева // Инновационное развитие землеустройства : сборник научных трудов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Кинель, 29 марта 2024 года. – Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2024. – С. 110-114. – EDN BHZQIZ.

Torosyan A.V., student

Malashenko M.E., student

Samoilova A.D., student

Vasilchikova E.V., Senior Lecturer

Voronezh State Technical University

REGISTRATION OF PREVIOUSLY REGISTERED REAL ESTATE OBJECTS

The article analyzes the legal and practical features of cadastral registration of previously registered real estate objects in the territory of the Russian Federation. Special attention is paid to objects whose rights arose before the introduction of the Unified State Register of Real Estate (USRN). Using the example of a land plot located in the Novousmansky district of the Voronezh Region on the territory of the Usmanka-2 farm, the problems and the procedure for correcting errors that were made in the title documents of the post-Soviet period are considered.

Key words: cadastral registration, land plot, previously registered object, EGRN, Rosreestr, ownership rights

Корницкая О.В., канд. эконом. наук, доцент
Мешкова И.Р., магистр
Воронежский государственный технический университет

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЗАСТРАИВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Рассмотрена система создания комплексного подхода к мониторингу земель застраиваемых территорий с помощью космических снимков. Проанализированы основные факторы аэрокосмической съемки, включающее более высокое разрешение, расширенный спектр регистрируемого излучения. Исследованы данные дистанционного применения в процессе планирования строительства.

Ключевые слова: застраиваемые территории, застроенные территории, космические снимки, дистанционное зондирование, мониторинг земель.

Современное градостроительство часто не использует в полной мере возможности территорий, предназначенных для застройки или имеющих низкую плотность застройки, при разработке генеральных планов. Основными причинами является недостаточное изучение хозяйственной освоенности земель и нечеткое отображение состояния природных и экологических ресурсов в отчетной документации. Все эти факторы создают существенные препятствия для разработки точных и эффективных генеральных планов. В итоге, планирование происходит с ошибками, что отрицательно влияет на дальнейшее развитие и использование территорий, а также на поддержание их экологической устойчивости [1, 2].

Ускоренное освоение городских земель ведет к усилению антропогенного давления на природные комплексы. В результате происходит деградация и утрата естественных ландшафтов, что подрывает экологическое равновесие и ухудшает общее состояние окружающей среды. Эти стремительные изменения порождают острые экологические вызовы, требующие глубокого изучения и разработки методов для защиты природных богатств и обеспечения экологической устойчивости [3].

Космические снимки играют важную роль в градостроительстве. Они помогают оценить, насколько освоена территория и понять структуру ее природно-экологической системы. Благодаря совершенствованию технологий аэрокосмической съемки, включая более высокое разрешение и расширенный спектр регистрируемого излучения, данные дистанционного зондирования стали ключевым источником информации для планирования строительства [4-8].

Актуальность данного исследования обусловлена неполной изученностью космического наблюдения за землями застраиваемых территорий в контексте градостроительных требований. Несмотря на обилие исследований, посвященных анализу территорий по космическим снимкам, они часто решают узкоспециализированные задачи. Кроме того, существует пробел в картографическом обеспечении такого мониторинга: карты не имеют детально проработанного содержания, единой классификации и разработанной базы пространственных данных. Поскольку создание карт является итогом дешифрирования снимков, их качественное содержание приобретает первостепенное значение.

Цель исследования заключается в формировании концептуальных основ и технологических решений для осуществления мониторинга земель застраиваемых территорий посредством анализа материала космической съемки. Это необходимо для

формирования информационного обеспечения градостроительной деятельности, направленной на устойчивое развитие территорий.

Материал и методы исследования: для исследования застраиваемых территорий была использована информация из научных публикаций, отчетов.

Результат исследования и их обсуждение

Развитие городов ведет к интенсивному освоению новых территорий под застройку. Эффективное управление этими процессами требует оперативной и точной информации о текущем состоянии земель, динамике изменений, а также соблюдении градостроительных норм и правил землепользования. В этой связи, мониторинг застраиваемых территорий становится критически важной задачей [9].

Данная тема основана на использовании данных космической съемки высокого и сверхвысокого разрешения. Космические снимки представляют обширный обзор территорий, высокую периодичность получения данных и возможность автоматизированной обработки [10-12].

Технология мониторинга включает несколько ключевых этапов:

- Получение и обработка космических снимков

Космические снимки – это инструмент, который позволяет нам изучать нашу планету в масштабах, недоступных с земли. Существует множество спутников, принадлежащих различным организациям и странам, каждый из которых имеет свои особенности: разрешение, спектральный диапазон, периодичность съемки. Полученные данные – это набор чисел, которые нужно преобразовать в изображение и извлечь из него полезную информацию. Этот процесс включает в себя несколько этапов: геопривязка, радиометрическая коррекция, атмосферная коррекция, классификация, анализ изменений.

- Дешифрирование и классификация земель

Это процесс, позволяющий понять, что находится на поверхности земли и разделить территории на различные категории в зависимости от их характеристик и использования. Дешифрирование – это процесс интерпретации изображений земной поверхности, полученных с помощью различных источников, таких как: аэрофотоснимки, спутниковые снимки, беспилотные летательные аппараты. В процессе дешифрирования специалисты анализируют различные признаки на изображениях, такие как: цвет и оттенок, форма и размер, текстура, расположение и взаимосвязь объектов.

Классификация земель – процесс разделения территории на различные категории в зависимости от их характеристик и использования. Существуют такие категории как: Сельскохозяйственные, лесные, городские земли, земли специального назначения, водные объекты.

- Выявление изменений, т.е. сравнение снимков за разные периоды времени для определения динамики застройки, оценки темпов освоения территорий, выявления незаконного строительства;

- Анализ и интерпретация результатов, т.е. оценка соответствия фактического землепользования проектной документации, выявление отклонений от установленных норм, формирование отчетов и рекомендаций для органов управления.

Для эффективного использования космических снимков в мониторинге застраиваемых территорий, необходимо совершенствование технологии и их обработки. Это включает в себя разработку специализированных алгоритмов для автоматического распознания строительных объектов, выявления изменений в ландшафте и оценки объемов выполненных работ [13, 14].

Таким образом, внедрение современных технологий мониторинга застраиваемых территорий на основе космических снимков требует подготовки специалистов,

способных работать с данными дистанционного зондирования Земли, геоинформационными системами. Эффективное использование космических снимков способствует повышению прозрачности строительной деятельности, снижению рисков нарушений и обеспечению устойчивого развития городов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения : Федеральный закон N 101-ФЗ от 16.07.1998. - URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19434/ (дата обращения: 30.06.2019). - Текст электронный.
2. СП 502.1325800.2021 Инженерно-экологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ. - <https://docs.cntd.ru/document/608706538>. - Текст электронный.
3. Геотехнический мониторинг деформационных процессов при строительстве объектов в условиях плотной городской застройки на примере г. Воронежа / В. А. Костылев, Н. В. Невинская, В. В. Шумейко, М. Б. Реджепов // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2019. – № 1(8). – С. 149-153. – EDN QDDLJT.
4. Гордеева, А.А. Методы управления инвестиционной деятельностью в земельно-имущественном комплексе с применением инновационных подходов / Гордеева, А.А., Корницкая О.В. // Студент и наука. - 2024. - № 1 (28). - С. 45-49.
5. Эколого-экономические принципы управления земельными ресурсами / Корницкая О.В., Гончарова О.А. Корницкая О.В., Гончарова О.А. // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. - 2024. - № 2 (6). - С. 66-69.
6. Корницкая О.В. Планирование и использование городских земель при формировании инвестиционного потенциала / Корницкая О.В., Плаксина Ю.М. // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. - 2025. - №1(7). - С. 18-24.
7. Корницкая О.В. Влияние экологических факторов на стоимость объектов недвижимости // Корницкая О.В., Шереметова К.И., Сосновская М.А. // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. - 2023. - № 1 (3). - С. 21-26.
8. Папикян К.А. Изменение климата - угроза экологической безопасности / Папикян К.А., Корницкая О.В. // Студент и наука. - 2023. - № 1 (24). - С. 123-126.
9. Трухин, Ю.Г. Особенности современного этапа развития КРТ и практических подходов к управлению недвижимостью / Ю. Г. Трухин, Н. И. Трухина, Г. Б. Вязов // Real Estate: Economics, Management. – 2023. – №. 4. – Р. 41-44. – DOI 10.22337/2073-8412-2022-4-41-44. – EDN KCVGEZ.
10. Трухин, Ю.Г. Особенности современных подходов к технической оценке состояния объектов городской недвижимости на этапах реализации Комплексного Развития застроенных территорий / Ю. Г. Трухин, Н. И. Трухина // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 1(1). – С. 7-14. – EDN QTURXN.
11. Трухина, Н.И. Анализ отечественного и зарубежного опыта учета и оценки гудвилла / Н. И. Трухина, О. А. Куракова, А. К. Орлов // Недвижимость: экономика, управление. – 2015. – № 1. – С. 78-81. – EDN TXMYPL.
12. Трухина, Н.И. Модель идентификации объектов коммерческой недвижимости в теории нечетких множеств / Н. И. Трухина, Э. Ю. Околепова // Недвижимость: экономика, управление. – 2017. – № 4. – С. 33-38. – EDN YOQNDY.
13. Управление градостроительными отношениями в муниципальных образованиях: проблемные вопросы и способы совершенствования / А. М. Кулешов, В.

Н. Баринов, Н. И. Трухина, Г. Б. Вязов. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2018. – 182 с. – ISBN 978-5-4446-1152-4. – EDN XYSVUT.

14. Шкотова Е.Е. Территориальное планирование: основные подходы / Шкотова Е.Е., Реджепов М.Б., Радцевич Г.А. // Природообустройство и природопользование геоландшафтов. – 2024. – № 4. – С. 49-52. – EDN RRUESF.

Kornitskaya O.V., Candidate of Economics.

Meshkova I.R., Muster student

Voronezh State Technical University

SYSTEM FOR MONITORING DEVELOPED AREAS

This article examines a system for developing an integrated approach to monitoring land in developed areas using satellite imagery. The key factors of aerospace imagery, including higher resolution and a broader spectrum of recorded radiation, are analyzed. Remote sensing data used in construction planning is also examined.

Key words: developed areas, built-up areas, satellite imagery, remote sensing, land monitoring.

Малашенко М.Е., студент
Самойлова А.Д., студент
Торосян А.В., студент
Васильчикова Е.В., старший преподаватель
Воронежский государственный технический университет

КАДАСТРОВЫЕ СПОРЫ. РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Рассмотрены ключевые проблемы, связанные с кадастровыми спорами на территории Российской Федерации, с учетом актуальных изменений в земельном законодательстве на 2025 год. Осуществлен анализ наиболее распространенных факторов, вызывающих споры, таких как ошибки в кадастровых данных, пересечение границ земельных участков и оспаривание результатов кадастровой оценки. Предложены возможные пути разрешения кадастровых конфликтов, включая досудебное урегулирование, административное обжалование и судебные разбирательства. Особое вниманиеделено применению альтернативных методов разрешения споров, таких как медиация и кадастровое примирение.

Ключевые слова: кадастровый спор, земельный участок, границы земельного участка, кадастровая оценка, межевание, земельное законодательство, досудебное урегулирование, судебное разбирательство, медиация, кадастровое примирение.

Актуальность проблемы кадастровых споров в Российской Федерации сохраняется на протяжении длительного времени. Это связано с ростом стоимости земельных участков и недвижимости в целом, которые являются важными финансовыми активами, стоимость которых продолжает расти, особенно в условиях экономических санкций. Повышенный интерес граждан к приобретению земельных участков обусловлен стремлением точно зафиксировать границы и площади этих участков для обеспечения защиты своих прав при возникновении кадастровых споров. С развитием рынка недвижимости увеличивается количество сделок купли-продажи, аренды, залогов, что приводит к увеличению числа кадастровых споров [1-4].

Также существует и социальная сторона проблемы кадастровых споров. Они часто приводят к конфликтам между соседями, между гражданами и органами власти. Такие споры препятствуют реализации проектов по жилищному строительству и улучшению социальной инфраструктуры. Правовое регулирование кадастровых отношений базируется на нормах Федеральных законов № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости», № 221-ФЗ «О кадастровой деятельности» и № 237-ФЗ «О государственной кадастровой оценке». Эти нормативные документы определяют порядок межевания, согласования границ, внесения сведений в ЕГРН и оспаривания кадастровой стоимости.

Основные причины возникновения кадастровых споров

Среди основных факторов, вызывающих кадастровые споры, можно выделить [5]:

- Ошибки в кадастровых данных. Это включает в себя неточности в определении координат границ земельных участков, наложение участков друг на друга (кадастровые накладки), неверное указание площади, а также несоответствие фактического использования участка заявленному целевому назначению. Ошибки могут возникать как по вине кадастрового инженера, так и вследствие некорректного внесения данных в ЕГРН.

- Самовольное занятие земельного участка. Это включает в себя незаконное владение чужим земельным участком или его частью без согласия собственника.
- Пересечение границ земельных участков. Подобные ситуации возникают вследствие расхождений в сведениях, содержащихся в государственных информационных системах, включая Единый государственный реестр недвижимости и государственный лесной реестр.
- Оспаривание результатов кадастровой оценки. Поскольку кадастровая стоимость служит основой для расчёта налоговых обязательств и арендных платежей, правообладатели нередко инициируют процедуры обжалования её результатов при наличии разногласий с установленной величиной. В 2025 году сохраняются нормы, предусмотренные Федеральным законом № 237-ФЗ «О государственной кадастровой оценке», с учетом последних изменений.

Основные причины возникновения кадастровых споров приведены на рисунке 1.



Рис.1. Основные причины возникновения кадастровых споров

- Нарушение порядка проведения межевания. Несоответствие установленным стандартам межевания, включая уведомление заинтересованных лиц, согласование границ и оформление межевого плана, также может стать причиной спора.
- Споры о границах с землями государственной или муниципальной собственности. Они возникают в случае ошибок при межевании земельных участков, когда кадастровые инженеры ошибочно определяют границы смежных государственных или муниципальных земель.

Решение кадастровых споров

При возникновении кадастровых споров существует два варианта их решения [6]. Первый – досудебное урегулирование. Оно предполагает решение конфликтов или разногласий, связанных с границами земельных участков, их площади, кадастровой стоимости и ряда других кадастровых сведений без обращения в суд. Второй вариант –

судебное разбирательство. Представляет собой регламентированную процессуальным законодательством форму осуществления правосудия, в рамках которой компетентный судебный орган рассматривает и разрешает юридический конфликт между сторонами на основе принципов состязательности, равноправия и законности, с целью вынесения обязательного для исполнения судебного акта [7-10].

Виды досудебного урегулирования кадастровых споров [11-13] (рис. 2):

- Прямые переговоры. Ситуация, в которой собственники земельных участков, кадастровые инженеры могут самостоятельно договориться между собой о разрешении конфликта.
 - Обращение к кадастровому инженеру для исправления ошибки. В случае, если будет обнаружена кадастровая ошибка, собственник может обратиться к кадастровому инженеру, который проводил работы на его участке, для исправления ошибки. В данном случае специалист готовит корректирующий межевой план и отправляет его в Росреестр для внесения изменений в ЕГРН.
 - Административное обжалование действия или бездействия. В ситуации, когда спор возник в результате действия или бездействия местного органа власти или органа регистрации прав, правообладатель может обжаловать неправомерное действие или бездействие в вышестоящий орган или непосредственно в орган, допустивший нарушение.



Рис. 2. Виды досудебного урегулирования кадастровых споров

- Медиация. Это процедура урегулирования конфликта (споря) путем приглашения нейтрального лица (медиатора), который помогает найти компромисс между участниками разногласия.
- Кадастровое примирение. При решении кадастрового спора таким образом стороны конфликта обращаются к кадастровому инженеру, который организует процесс примирения. Он проводит встречи, исследует границы, предлагает варианты решения. При достижении соглашения, оформляется примирительное соглашение, которое служит основанием для внесения изменений в ЕГРН.

Если досудебное урегулирование не дало результатов или одна из сторон не пошла на компромисс, то начинается процесс судебного разбирательства, который заключается:

- 1) обращении в суд с исковым заявлением;
- 2) подготовке к судебному разбирательству;
- 3) назначению экспертизы;
- 4) уведомлении участников о дате и времени проведения заседания;
- 5) само судебное заседание;
- 6) вынесение решения судом;
- 7) при несогласии с решением – его обжалование.

Судебные органы опираются на заключения экспертов, сведения ЕГРН, межевые планы, акты согласования границ и иные доказательства. Судебная практика показывает, что большинство решений принимается в пользу той стороны, чьи доказательства технически и документально обоснованы [14-16].

Заключение

Кадастровые споры продолжают оставаться значимой правовой и социально-экономической проблемой в Российской Федерации, что обусловлено высокой стоимостью земельных ресурсов, активным развитием рынка недвижимости и недостатками в существующей системе учета. Анализ ключевых причин конфликтов показывает, что большинство из них возникает вследствие неточностей в кадастровых данных, нарушений порядка межевания, ошибок при определении границ земельных участков, а также несогласия правообладателей с результатами государственной кадастровой оценки. Учитывая сохраняющиеся в 2025 году особенности правового регулирования, необходимость повышения качества кадастровых работ и прозрачности процедур государственной регистрации прав становится особенно актуальной [17].

Эффективное разрешение кадастровых споров требует комплексного подхода, сочетающего правовые, организационные и технические меры. Досудебные формы урегулирования — от переговоров и корректировки технической документации до использования медиации и процедур кадастрового примирения — представляют собой важный инструмент снижения нагрузки на судебную систему и обеспечения более быстрого и гибкого поиска согласованных решений между сторонами. В тех случаях, когда досудебные методы оказываются неэффективными, судебное разбирательство выступает гарантией защиты прав участников земельных отношений и восстановления законности.

Таким образом, повышение качества кадастровых работ, совершенствование механизмов административного и досудебного урегулирования, а также активное внедрение альтернативных способов разрешения споров являются ключевыми направлениями развития системы кадастрового администрирования. Их реализация позволит минимизировать количество конфликтов, повысить доверие граждан к государственным институтам и обеспечить устойчивое развитие земельных отношений в России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимов, А.П. Земельное право России : учебник для вузов / А.П. Анисимов, А.Я. Рыженков, С.А. Чаркин. - 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. - 409 с.
2. Васильчикова, Е.В. Изменение вида разрешенного использования земельного участка / Е. В. Васильчикова, В. Н. Баринов // Студент и наука. – 2017. – № 3. – С. 73-78. – EDN YTFGHR.
3. Васильчикова, Е.В. Комплекс земельно-кадастровых работ при реализации проекта строительства / Е. В. Васильчикова, Н. В. Ершова // Инновационные технологии и технические средства для АПК : материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Воронеж, 14–16 ноября 2018 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2018. – С. 190-194. – EDN YXMRNB.

4. Волков, Г.А. Комментарий к Земельному кодексу Российской Федерации (постатейный) / Г.А. Волков, А.К. Галиновская, А.А. Никитин. – Москва : Проспект, 2023. - 544 с.
5. Дмитриев, М.Е. Кадастровые споры: теория и практика / М.Е. Дмитриев. – Москва : Статут, 2022. - 240 с.
6. Ерофеев, Б.В. Земельное право России: учебник / Б.В. Ерофеев. - 12-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. - 784 с.
7. Росреестр : официальный сайт. – Москва. – URL: rosreestr.gov.ru. – Текст : электронный.
8. Коняхина, А.С. Особенности регулирования государственного кадастрового учета в области минимизации возникновения реестровых ошибок / А. С. Коняхина, М. Б. Реджепов // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2018. – № 1(6). – С. 118-120. – EDN YNQQLB.
9. Крассов, О.И. Земельное право: учебник / О.И. Крассов. - 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Норма, ИНФРА-М, 2023. - 640 с.
10. Липски, С.А. Кадастровые споры: практическое руководство / С.А. Липски. – Москва : КноРус, 2023. - 320 с.
11. Научно-практический комментарий к Федеральному закону "О государственной регистрации недвижимости" / под ред. П.В. Крашенинникова. – Москва : Статут, 2023. - 832 с.
12. Проблемы оспаривания результатов кадастровой стоимости и пути их решения / Е. О. Черницына, С. А. Самодурова, М. Б. Реджепов, М. А. Повалюхина // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2020. – № 1(10). – С. 95-101. – EDN IDXYIV.
13. Сергеев, А.П. Гражданское право : учебник / А.П. Сергеев. - 3-е изд., перераб. и доп. – Т. 1. - Москва : Проспект, 2024. - 880 с.
14. Совершенствование системы кадастрового учета объектов недвижимости по показателям их технического состояния / Ю. А. Цыпкин, Ю. Г. Трухин, Г. А. Калабухов, Н. И. Трухина // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2025. – Т. 20, № 4(243). – С. 236-245. – DOI 10.33920/sel-04-2504-06. – EDN ZEIZB.
15. Трухин, Ю.Г. Особенности современных подходов к технической оценке состояния объектов городской недвижимости на этапах реализации Комплексного Развития застроенных территорий / Ю. Г. Трухин, Н. И. Трухина // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 1(1). – С. 7-14. – EDN QTURXN.
16. Трухина, Н.И. Некоторые особенности учета и регистрации объектов недвижимости / Н. И. Трухина, Н. В. Ершова, В. Селина // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 1(12). – С. 105-107. – EDN TXMWXF.
17. Исследование проблем государственной кадастровой оценки на современном этапе / Н. И. Трухина, Е. В. Григораш, С. А. Ли, М. А. Повалюхина // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2023. – № 5-1. – С. 148-154. – DOI 10.17513/vaael.2820. – EDN XRMMME.

Malashenko M.E., student
Samoylova A.D., student
Torosyan A.V., student
Vasilchikova E.V., Senior Lecturer
 Voronezh State Technical University

CADASTRE DISPUTES. COMMON PROBLEMS AND THEIR SOLUTIONS

This article discusses the key issues related to cadastral disputes in the Russian Federation, taking into account the current changes in land legislation for 2025. It analyzes the most common factors that cause disputes, such as errors in cadastral data, overlapping land boundaries, and disputes over the results of cadastral assessment. Possible ways of resolving cadastral conflicts are proposed, including pre-trial settlement, administrative appeal, and legal proceedings. Special attention is paid to the use of alternative methods of dispute resolution, such as mediation and cadastral conciliation.

Key words: cadastral dispute, land plot, land plot boundaries, cadastral assessment, land surveying, land legislation, pre-trial settlement, legal proceedings, mediation, cadastral conciliation.

ГЕОДЕЗИЯ И КАРТОГРАФИЯ

УДК 528.87

Трухина Н.И., д-р эконом. наук, профессор

Костылев В.А., старший преподаватель

Плукчи А.И., ассистент

Воронежский государственный технический университет

ДЕШИФРИРОВАНИЕ СНИМКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ЦИФРОВЫМИ ФОТОКАМЕРАМИ

Рассматриваются особенности дешифрирования снимков, полученные цифровыми и фотограмметрическими системами.

Ключевые слова: дешифрирование, обработка аэрокосмических снимков, классификатор ГИС, цифровой снимок.

Одним из основных процессов создания топографического плана (карты) по материалам аэрофотосъёмки является дешифрирование аэроснимков, т.е. раскрытие содержания элементов местности, отобразившихся на аэроснимке и подлежащих изображению на составляемом плане (карте) [1]. Элементы местности — дороги, леса, сельскохозяйственные угодья, населённые, пункты должны быть указаны в соответствующих границах и снабжены необходимыми характеристиками и наименованиями [2]. Так, например, при нанесении на план контура леса указывают его породу и состав с выделением участков редкого и горелого леса. Такое же деление проводят и для всех остальных наносимых элементов [3, 4].

При аэрофотопогранической съемке большое число объектов отображается на аэроснимках, вследствие чего и возникает задача определить какие элементы ландшафта отобразились в данном месте снимка и какими свойствами они характеризуются. Мелкий масштаб снимка и необходимость получения таких сведений о ландшафте, которые зачастую не могут непосредственно отображаться на снимках, заставляют изыскивать другие методы дешифрирования, в частности, по спектральной отражательной способности объекта [5-7].

Спектральную отражательную способность объектов охарактеризуем коэффициентом яркости:

$$r = \frac{B_P}{B_{ид}}$$

где B_P — яркость реального объекта,

$B_{ид}$ — яркость идеальной ламбертовской поверхности при одинаковых условиях их освещения,

r - коэффициент яркости.

Широкое применение цифровой фотографии при обследовании различных участков земной поверхности в интересах решения широкого круга задач и связанную с этим компьютерную обработку результатов фотографирования делает методы дешифрирования по спектральным отражательным способностям весьма перспективным [8].

Решение задачи дешифрирования объектов сводится к решению задачи «распознавания образов». «Распознавание образов» наиболее применимо, когда целью является отнесение каждого элементарного наблюдения к одному из ограниченного числа дискретных классов. Эти ограничения вполне приемлемы, если фотографируемый участок

местности по площади невелик, а, значит, невелико число объектов, которые размещаются на этом участке. Это могут быть засеянные и вспаханные поля, лесные массивы, луга и населенные пункты [9]. Под «образом» будем понимать объект, имеющий пространственные или геометрические признаки. «Распознающая система» производит серию измерений объекта и сравнивает эти измерения с набором «типичных измерений» в «словаре образов». Совпадения с элементом словаря дает желаемую классификацию.

«Словарь образов» и «способы сравнения образов» — это наиболее важные аспекты задачи «распознавания образов». Простая модель системы распознавания приведена на (рис. 1.)

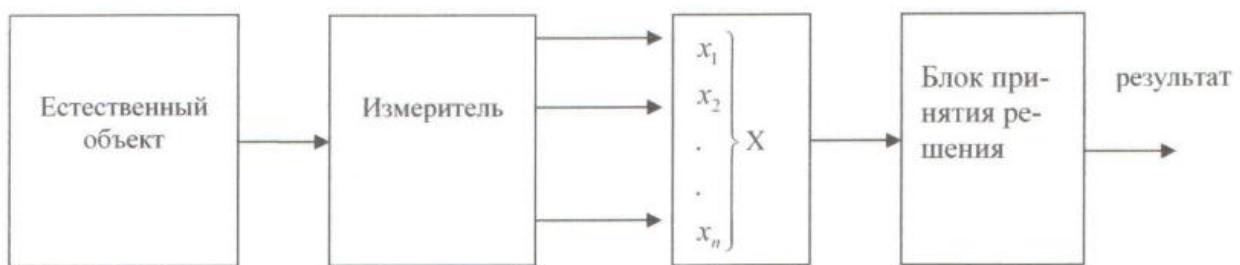


Рис. 1. Упрощенная модель системы распознавания

Измеритель многоканален (n – каналов), а, следовательно, выполняет n измерений. Все каналы работают одновременно и регистрируют информацию. Одна точка в n – мерном пространстве называется точкой пространственного измерения и обозначается

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} - \quad \begin{array}{l} \text{п – компонентный вектор} \\ \text{измерений X.} \end{array}$$

Под вектором X в фотограмметрии понимается значения g в различных спектрах участка оптического диапазона. Блок принятия решений относит вектор измерений к одному из множеств объектов. Приводим пример для случая $n=2$ (рис. 2.)

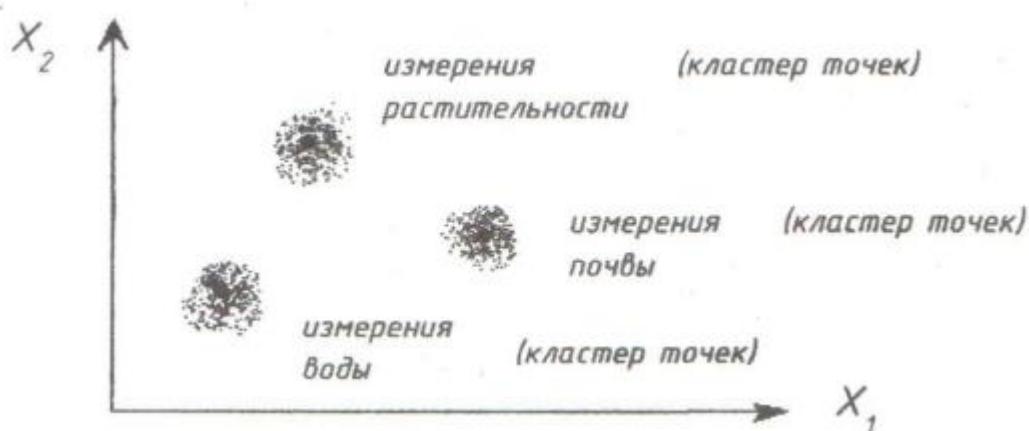


Рис. 2. Распределение в двухмерном пространстве измерений земных покровов

Из рисунка видно, что число точек измерения растительности, почвы и воды представляет некоторое множество и не укладывается в одну точку. Такой набор точек называют кластером точек, а его появление обусловлено случайным процессом передачи информации от объекта до измерителя. Все кластеры, приведенные на рисунке, относятся к определенным типам земного покрытия и хорошо различимы, т.е. типы земного покрытия разделимы. Но есть такие типы земного покрытия, которые не разделимы. В статье остановимся на решении задач с разделением кластерных точек.

Задача по созданию классификатора (устройства, позволяющего пространственные измерения разбить на области, относящиеся к одному из выбранных классов) включает:

а) разбиение пространственных образов на области так, чтобы каждая область относилась только к данному классу;

б) показать, как можно эффективно поступать в классификации образов, если выбрали заданную схему разбиений пространства образов.

Вторая часть задания гораздо более трудная и связано это с тем, что области образов несколько перекрываются, т.е. не наблюдается идеальный случай.

Рассмотрим подход к решению задачи. Предположим, что имеется « m » классов и определены соответствующие этим классам области решения. Можно найти множество функций X , которые называются дискриминантными функциями $g_1(X), g_2(X), g_3(X), \dots, g_m(X)$, обладающими тем свойством, что $g_i(X)$ имеет большое значение, чем все дискриминантные функции всякий раз, когда значение X_i находится в i -ой области решения.

На (рис. 3.) приведена схема разбиения двухмерного пространства на область с помощью прямых. Прямые проведены из условия, что центры кластеров находятся на равных удалениях от прямой. Эти прямые и будут дискриминантными функциями $g(X)$.

В дальнейшем функции $g(X)$ они могут быть использованы для построения классификатора (рис. 4.).

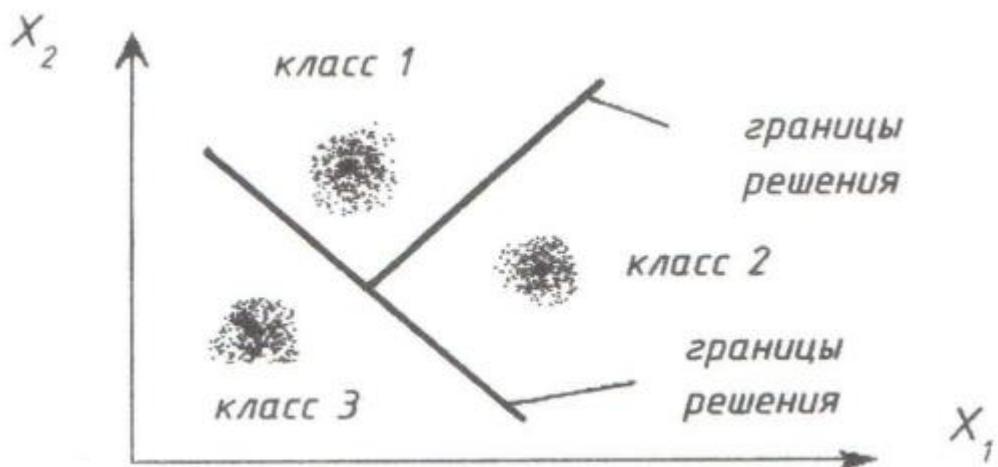


Рис. 3. Схема разбиения пространства образов

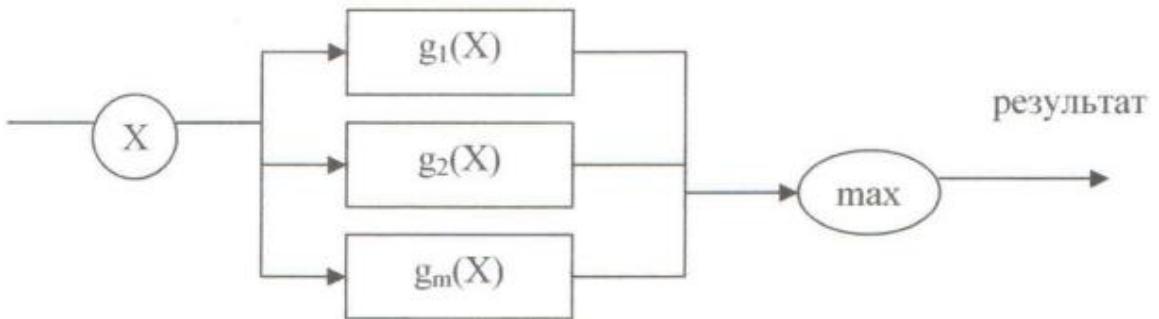


Рис. 4. Схема классификатора

Для проведённого выше примера дискриминантную функцию можно представить в виде уравнения прямой, которая разделяет пространство образов на две области: ω_i и ω_j (рис. 5.).

Решаем, что $X \in \omega_i$, если $g_i(X) \geq g_j(X)$. Предположим известно, что область, лежащая ниже прямой $x_1 - x_2 + 2 = 0$, соответствует классу i , а область выше этой прямой классу j .

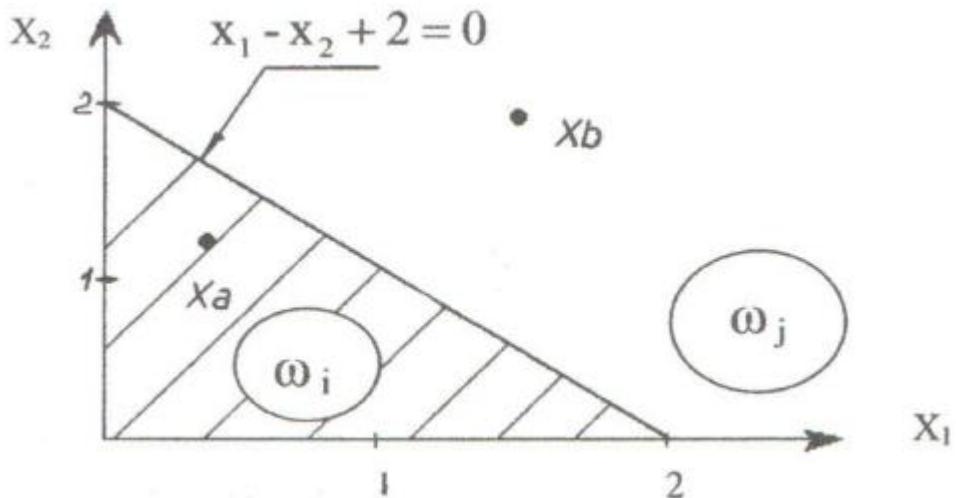


Рис. 5. Классификация «образов» по детерминированным функциям

Определим $g_i(X)$ и $g_j(X)$ как

$$g_i(X) = x_1 - x_2 + 2$$

$$g_j(X) = 2x_1 - 2x_2$$

Так как по условию задачи классификации $g_i(X) > g_j(X)$ во всех точках ниже прямой, а $g_j(X) > g_i(X)$ во всех точках выше прямой, то для

$$X_a = \begin{bmatrix} 1/2 \\ 1 \end{bmatrix}$$

найдем $g_i(X)$ и $g_j(X)$.

Непосредственно вычисляем:

$$g_i(X_a) = 1/2 + 1 + 2 = 3 \frac{1}{2};$$

$$g_j(X_a) = 2 * 1/2 + 2 * 1 = 3.$$

Убеждаемся, что $g_i(X) > g_j(X)$ значит X_a принадлежит области ω_i . Аналогично исследуем принадлежность точки

$$X_b = \begin{bmatrix} 1 1/2 \\ 2 \end{bmatrix}$$

либо к области ω_i либо к ω_j . Вычисляем:

$$g_i(X_b) = 1 \frac{1}{2} + 2 + 2 = 5 \frac{1}{2};$$

$$g_j(X_b) = 2 * 3/2 + 2 * 2 = 7.$$

Так как $g_j(X_b) > g_i(X_b)$, то X_b принадлежит области ω_j .

Если принять такой подход, задача разработки классификатора становится задачей выбора оптимального набора дискриминантных функций [10].

Если классы пересекаются, то метод дискриминантных функций не даёт достоверные результаты. И здесь находят применения статистические методы распознавания. Однако отвергать метод дискриминантных функций как крайне ограниченный нельзя. В построении топографических карт и планов он может быть рассмотрен и применён. Для этого требуется исследовать ограничения, накладываемые на этот метод. А это уже дальнейшее исследование в этом направлении.

В качестве выводов можно отметить следующие. Дешифрирование – это процесс обнаружения и распознавания объектов и явлений местности на снимке. Оно может быть как ручным, то есть базирующимся на визуальной (человеческой) оценке изображения, так и машинным (автоматическим). Машинная обработка, по сути своей, сводится к различным механизмам классификации. Для начала нужно представить все пиксели (их спектральные яркости) как вектора в пространстве спектральных признаков. При анализе количественных связей спектральных яркостей разных объектов происходит разделение пикселей по классам. Классификация снимков делится на классификацию с обучением и классификацию без обучения [11, 12].

Классификация с обучением предполагает наличие эталона, с яркостью которого сравнивается яркость каждого пикселя. В результате, имея несколько эталонов, заранее заданных, мы получаем множество объектов, разделенных на классы. Эта классификация работает только в случае, если известны заранее те объекты, которые отображены на снимке, классы четко различимы и их количество невелико.

Классификация без обучения построена на полностью автоматическом распределении пикселей по классам на основе статистики распределения яркостных значений пикселей. Данный вид классификации используется, если изначально неизвестно, сколько объектов присутствует на снимке, количество объектов велико, в результате машина сама выдает полученные классы, а мы уже определяем, каким объектам их поставить в соответствие.

Таким образом, учитывая, что материалы дешифрирования ДДЗ являются основным источником для составления ГИС. Тематика научных исследований по этому направлению является актуальной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреевцев, Е.А. Использование фотограмметрических методов при археологических работах / Е. А. Андреевцев, Л. И. Маслихова, М. Б. Реджепов // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2025. – № 1(7). – С. 79-82. – EDN XYCKYA.
2. Геодезические работы при строительстве инженерных коммуникаций / Б. А. Попов, А. И. Колосов, Ю. С. Нетребина [и др.]. – Воронеж : Центрально-Черноземное книжное издательство, 2023. – 115 с. – ISBN 978-5-7458-1342-9. – EDN RCRTSC.
3. Дистанционное зондирование / под ред. Ф. Свейна и М. Дейвис; перевод с англ. - М. : Недра, 1983.
4. Живичин. А.Н. Дешифрирование фотографических изображений / Живичин. А.Н., Соколов В.С. - М. : Недра, 1980. - 254 с.

5. Ильинский. Н.Д. Фотофамметрия и дешифрирование снимков : учебник для вузов / Ильинский. Н.Д., Обиралов А.И., Фостиков А. А. - М. : Недра, 1986. - 375 с.
6. Книжников, Ю.Ф. Аэрокосмическое зондирование. Методология, принципы, проблемы. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1997. - 129 с.
7. Микеров, В.И. Технические возможности и особенности цифровых аэросъемок / Микеров, В.И., Гошин Г.Б. // Геодезия и картография. – 1997. - № 7. - С. 34-39.
8. Опыт обоснования и разработки использования фотоснимка как метода определения загрязненности атмосферы дымовыми выбросами предприятий / Б. А. Попов, М. Б. Реджепов, Н. Б. Хахулина [и др.] // Экология урбанизированных территорий. – 2019. – № 3. – С. 56-64. – DOI 10.24411/1816-1863-2019-13056. – EDN HNPUAQ.
9. Реджепов, М.Б. Перспективы использования аэрофотосъемки в археологических исследованиях / М. Б. Реджепов, В. С. Косматых, Э. В. Косматых // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2023. – № 1(3). – С. 48-52. – EDN WOYUQQ.
10. Совершенствование системы кадастрового учета объектов недвижимости по показателям их технического состояния / Ю. А. Цыпкин, Ю. Г. Трухин, Г. А. Калабухов, Н. И. Трухина // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2025. – Т. 20, № 4(243). – С. 236-245. – DOI 10.33920/sel-04-2504-06. – EDN ZEIIZB.
11. Трухин, Ю. Г. Особенности современного этапа развития КРТ и практических подходов к управлению недвижимостью / Ю. Г. Трухин, Н. И. Трухина, Г. Б. Вязов // Real Estate: Economics, Management. – 2023. – №. 4. – Р. 41-44. – DOI 10.22337/2073-8412-2022-4-41-44. – EDN KCVGEZ.
12. Трухин, Ю.Г. Особенности современных подходов к технической оценке состояния объектов городской недвижимости на этапах реализации Комплексного Развития застроенных территорий / Ю. Г. Трухин, Н. И. Трухина // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 1(1). – С. 7-14. – EDN QTURXN.

Trukhina N.I., Doctor of Economics sciences, Professor

Kostylev V.A., Senior lecturer

Plukchi A.I., Assistant

Voronezh State Technical University

INTERPRETATION OF IMAGES OBTAINED WITH DIGITAL CAMERAS

This article examines the specifics of interpreting images obtained with digital and photogrammetric systems.

Key words: interpretation, processing of aerial images, GIS classifier, digital image.

Реджепов М.Б., канд. сельхоз. наук, доцент
Воронежский государственный технический университет
Филиал РГУПС в г. Воронеж
Амирова А.Д., магистр
Воронежский государственный технический университет
Радцевич Г.А., канд. сельхоз. наук
Воронежский экономико-правовой институт

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Рассмотрены современные методы геодезического мониторинга железнодорожной инфраструктуры с применением мобильных средств диагностики (МСД) для оценки состояния земляного полотна. Особое внимание уделено технологиям георадиолокации, пространственного сканирования и обзорного видеонаблюдения. Приведены результаты анализа нормативных документов ОАО «РЖД», регламентирующих порядок диагностики и мониторинга. Рассмотрены основные контролируемые параметры. Показано как комплексный подход обеспечивает надежность движения поездов и эффективность планирования ремонтных работ.

Ключевые слова: геодезический мониторинг, железнодорожная инфраструктура, мобильные средства диагностики, центр диагностики, георадиолокация, пространственное сканирование, земляное полотно.

Современные требования к безопасности и надежности железнодорожной инфраструктуры обуславливают необходимость внедрения высокоточных методов геодезического мониторинга [1, 2]. Одним из ключевых инструментов являются мобильные средства диагностики (МСД), включающие вагоны-путьизмерители, дефектоскопы, оснащенные георадарами, системами видеонаблюдения и пространственного сканирования [3, 4]. Их применение позволяет оперативно выявлять деформации земляного полотна и планировать мероприятия по их устранению [5]. В данной статье рассматриваются методики и результаты использования МСД на примере нормативных документов ОАО «РЖД».

Мониторинг выполняется с помощью таких средств как [6]:

1. Многоканальная скоростная система георадиолокации (георадар) — для того, чтобы произвести оценку состояния балласта и выявления балластных углублений (корыт, лож, мешков).

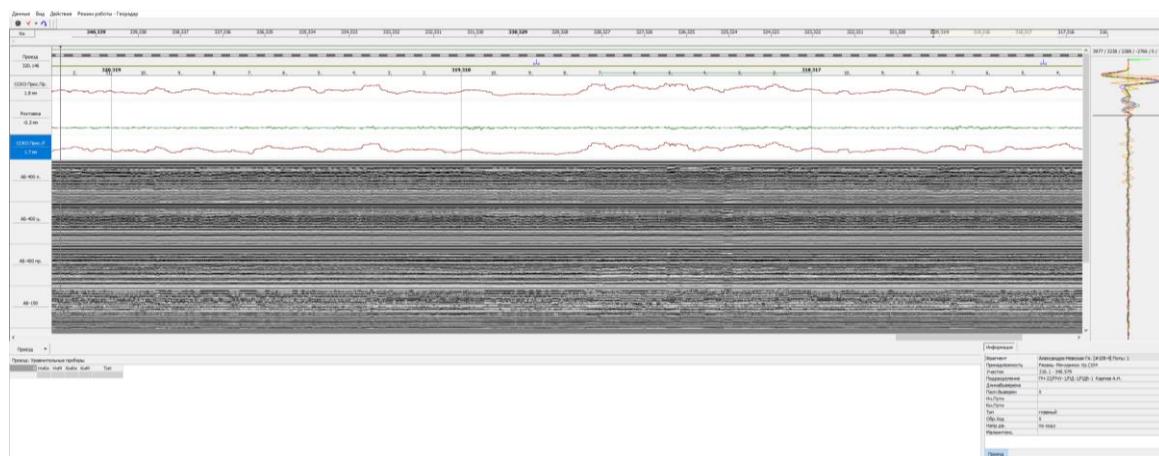


Рис. 1. Георадарограмма

2. Характеристики геометрических параметров земполотна (ширина плеча балластной призмы, крутизна откосов и др.) должны контролироваться в автоматизированном режиме по данным систем скоростного и высокоскоростного трехмерного сканирования «Габарит-М» (рисунок 2).

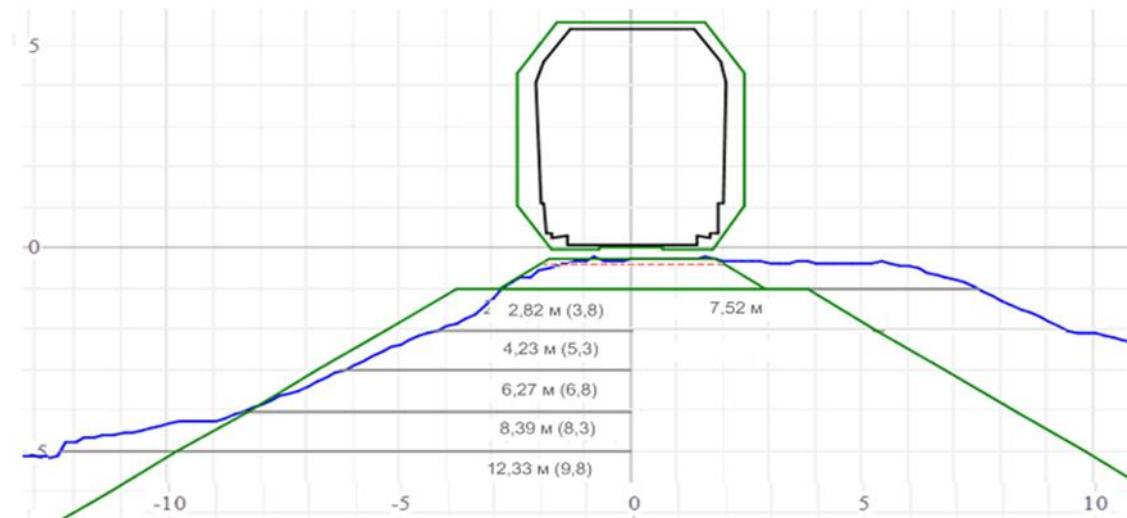


Рис. 2. График поперечного профиля земляного полотна

В 3D области отображаются данные, зафиксированные перед путеизмерителем, а также с левого и правого борта по ходу движения путеизмерителя. Участки с нарушением габарита приближения строений окрашиваются красным цветом в области 3D (рисунок 3).

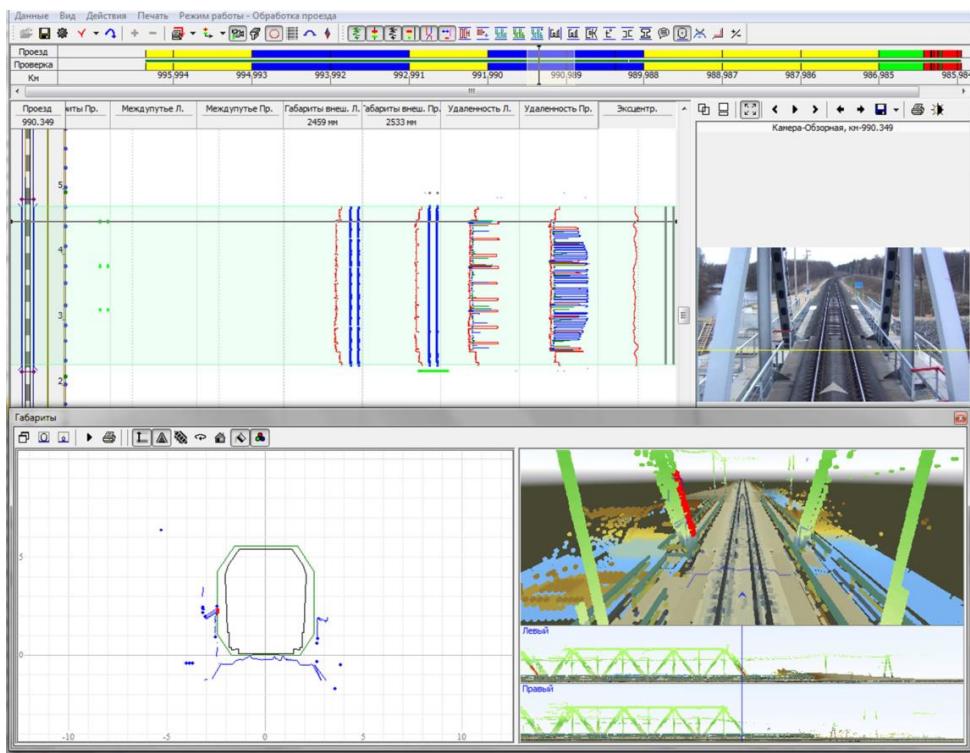


Рис. 3. Область 3D модели и поперечное сечение габаритов приближения строений

3. А также важную роль играет система обзорного видеонаблюдения в части программы «ИНТЕГРАЛ» (рисунок 4) — для фиксации видимых дефектов и деформаций. Система предназначена для осуществления и воспроизведения видеозаписей с привязкой к линейным координатам, а также для последующей работы с архивными видеозаписями.

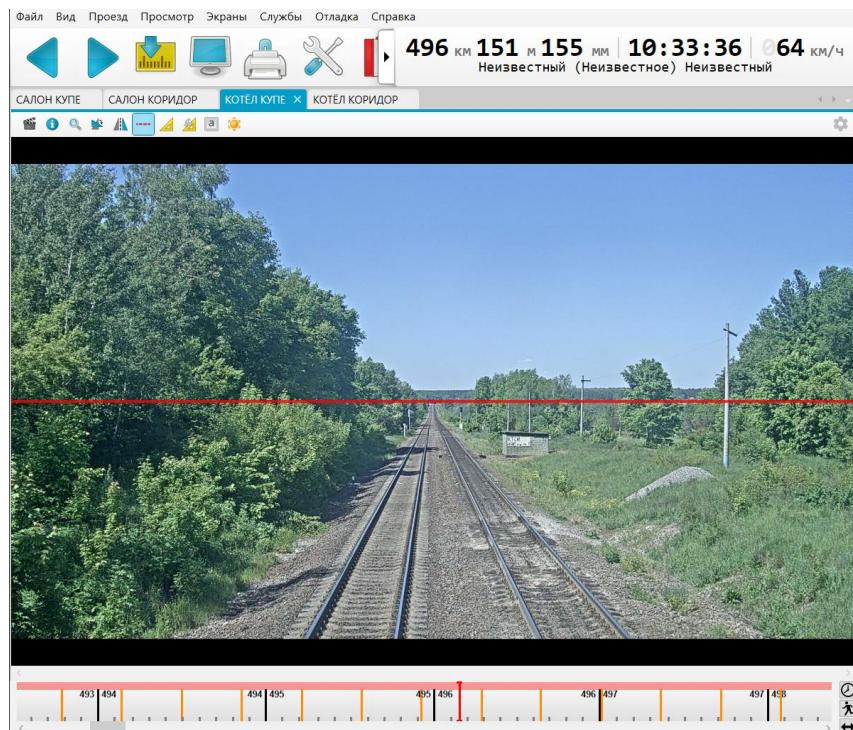


Рис. 4. Обзорное видео ПО «ИНТЕГРАЛ»

Мониторинг с помощью МСД проводится круглогодично с марта по ноябрь, кроме снежного периода. После обработки данных составляются отчеты и вместе с мероприятиями по устранению замечаний отправляются на дистанции пути [7].

Согласно распоряжению ОАО "РЖД" [8] конструкция и размеры балластной призмы должны соответствовать типовым поперечным профилям балластной призмы, параметры которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Номинальные размеры балластной призмы и обочин земляного полотна в зависимости от класса пути, см

Класс пути	Толщина слоя балласта в подрельсовой зоне (в кривых – по внутренней нити) без учета песчаной подушки, $h_{ш}$	Ширина плеча призмы, d	Толщина песчаной подушки, $h_{п}$	Ширина обочины земляного полотна
1С, 2С	35 /40	40/45	20	50(40)
1 и 2	35/40	40/45		50(40)
3	35/40	35/40		
4	25/30	25/40		40
5	20/20	20/40	15	40

В случае несоответствий в геометрии земляного полотна нормативным значениям, сотрудники центра диагностики проводят натурные осмотры выявленных отступлений и планируют мероприятия по их устранению [9, 10, 11]. После чего, работники предприятия вносят изменения в технический паспорт дистанции пути.

Выявленные отступления по состоянию инженерных сооружений, полосы отвода и ЗП посредством обработки данных пространственного сканирования и обзорного видео, вносятся в систему ЕК АСУИ как инциденты.

Применение МСД обеспечивает высокую точность и оперативность мониторинга железнодорожной инфраструктуры. Комплексный анализ данных позволяет своевременно выявлять дефекты, минимизировать риски аварий и оптимизировать затраты на ремонты. Дальнейшее развитие технологий, включая автоматизацию обработки данных, повысит эффективность геодезического контроля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акентьева, А.В. Автоматизация геодезических работ с помощью спутниковых приемников / А. В. Акентьева, М. Б. Реджепов // Природообустройство и природопользование геоландшафтов. – 2022. – № 2. – С. 6-9. – EDN EPEQMQ.
2. Геодезические работы при строительстве инженерных коммуникаций / Б. А. Попов, А. И. Колосов, Ю. С. Нетребина [и др.]. – Воронеж : Центрально-Черноземное книжное издательство, 2023. – 115 с. – ISBN 978-5-7458-1342-9. – EDN RCRTC.
3. Компьютеризированный вагон-лаборатория путеизмерительный КВЛ-П Руководство по эксплуатации Часть 2 БОРТОВАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА Книга 9 Руководство оператора Обработка результатов по дополнительным параметрам ИТСИ.76.00.00.000–160РЭ1.9 Количество листов/страниц – 77/153.
4. Многоканальная скоростная система георадиолокации земляного полотна Руководство пользователя.
5. Общество с ограниченной ответственностью «ЛогиС» Использование программы Анализ 7 для обработки результатов обследования железнодорожных путей Руководство оператора Москва, 2022.

6. ПО ИНТЕГРАЛ. Система обзорного видеонаблюдения Руководство пользователя 1.1.28.

7. Притуло, А.И. Исследование использования беспилотных летательных аппаратов в геодезии / А. И. Притуло, Т. Б. Харитонова, М. Б. Реджепов // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 2(2). – С. 51-54. – EDN ATJVJG.

8. Распоряжение ОАО «РЖД» от 14.11.2016 N 2288р (ред. от 02.11.2022) «Об утверждении и введении в действие Инструкции по текущему содержанию железнодорожного пути».

9. Реджепов, М.Б. Исследование и совершенствование методов сбора и обработки геопространственной информации для изыскания линейных сооружений / М. Б. Реджепов, К. С. Гордеева // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства : Материалы I международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ, Воронеж, 30 апреля 2019 года. – Воронеж : ВГАУ, 2019. – С. 278-286. – EDN XBJRPR.

10. Реджепов, М.Б. Мониторинг использования сельскохозяйственных полей на основе вегетационного индекса NDVI по данным космической съемки MODIS / М. Б. Реджепов, Г. А. Калабухов, К. А. Сарычева // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2023. – № 2(4). – С. 58-62. – EDN CUNNPR.

11. Трухина, Н. И. Оценка недвижимости / Н. И. Трухина, Д. А. Макарова. – Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, 2006. – 100 с. – EDN YVKEST.

Redzhepov M.B., Candidate of Agricultural Sciences, Docent

Voronezh State Technical University

Branch of RGUPS in Voronezh

Amirova A.D., Master student

Voronezh State Technical University

Radsevich G.A., Candidate of Agricultural Sciences

Voronezh Institute of Economics and Law

GEODETIC MONITORING OF RAILWAY INFRASTRUCTURE USING MOBILE DIAGNOSTIC TOOLS

The article discusses modern methods of geodetic monitoring of railway infrastructure using mobile diagnostic tools to assess the condition of the roadbed, special attention is paid to the technologies of georadiolocation, spatial scanning and surveillance video surveillance. The results of the analysis of the regulatory documents of JSC Russian Railways regulating the procedure for diagnostics and monitoring are presented. The main controlled parameters are considered. It is shown how an integrated approach ensures the reliability of train traffic and the efficiency of planning repair work.

Key words: geodetic monitoring, railway infrastructure, mobile diagnostic tools, diagnostic center, georadiolocation, spatial scanning, roadbed.

Зубова Н.В., ассистент
Ермолина Т.П., студент
Шумейко В.В., старший преподаватель
Воронежский государственный технический университет

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ

Рассмотрены этапы строительства реконструкции и ремонта железных дорог с применением GNSS-технологий. Описан процесс выноса проектных поверхностей и 3D линий при помощи GPS-приемника на местность. Приведены примеры камеральной обработки полевых данных и процесс вычисления отклонений от проектных величин.

Ключевые слова: геодезия, железнодорожное полотно, геометрическая деформация, GNSS-оборудование, цифровая модель.

Железнодорожное строительство является трудоемким процессом, неотъемлемой частью которого является геодезическое обеспечение. Оно включает в себя широкий спектр инженерных задач, связанных не только с пространственным местоположением объекта строительства, но и с его геометрическими размерами, взаимным положением элементов конструкций относительно друг друга и всего объекта. Современные технологии не только упрощают решение стандартных геодезических задач, а также дают возможность контролировать большую часть процессов строительства [1, 2, 3].

Геодезическое обеспечение железнодорожных дорог имеет свою специфику, связанную с постоянным действием динамических нагрузок на объект обследования, и как следствие, искажение геометрических параметров верхнего строения пути. Износ влечет за собой снижение безопасности передвижения по железной дороге. Своевременный геодезический мониторинг позволяет определить момент, когда необходимо произвести ремонт или реконструкцию железнодорожного полотна [4].

Набор проверенных средств и методов, применяемых при строительстве и реконструкции, весьма разнообразен. Однако GNSS-технологии позволяют загружать цифровые модели местности, карты, планы и файлы, содержащие ориентиры и опорные точки, в полевое оборудование [5].

Для выноса проектного положения объектов строительства требуется минимум два комплекта геодезической аппаратуры: основной приёмник (база) и вспомогательные (рover). База устанавливается в точке с известными координатами, рover же перемещается по территории объекта строительства или реконструкции. В процессе перемещения рover обменивается данными с базой, что даёт возможность отслеживать своё реальное местоположение (Рис.1). Более того прибор наглядно указывает, в какую сторону нужно перенести приёмник [6].

Рассмотрим применение GPS-оборудования на каждом этапе строительства железных дорог. А именно:

1. Устройство земляного полотна.
2. Устройство защитного слоя из песка.
3. Устройство балластной призмы из щебня.
4. Укладка рельсошпальной решётки (РШР).

Для выполнения работ по выносу в натуру необходимо подготовить исходные файлы (разбивочные чертежи), которые несут в себе информацию о проектном положении объекта, а именно о его координатах в плане и абсолютной высоте [7, 8]. При загрузке данного файла мы можем видеть высоту, на которой стоит прибор и проектное положение поверхности, прибор самостоятельно вычисляет и выводит на экран контроллера разницу проектной высоты и фактической (рис. 1).



Рис.1 Пример выноса поверхности с помощью геодезического GPS-приемника

В первых трех этапах будет использоваться цифровая модель земляных сооружений, которая импортируется в прибор в формате .dwf. В этом файле содержаться треугольники поверхности, созданной по проектным данным [9]. Для этого необходимо извлечь треугольники из поверхности, скопировать их в пустой файл и сохранить в нужном формате, пример такого файла приведен на рис. 2.

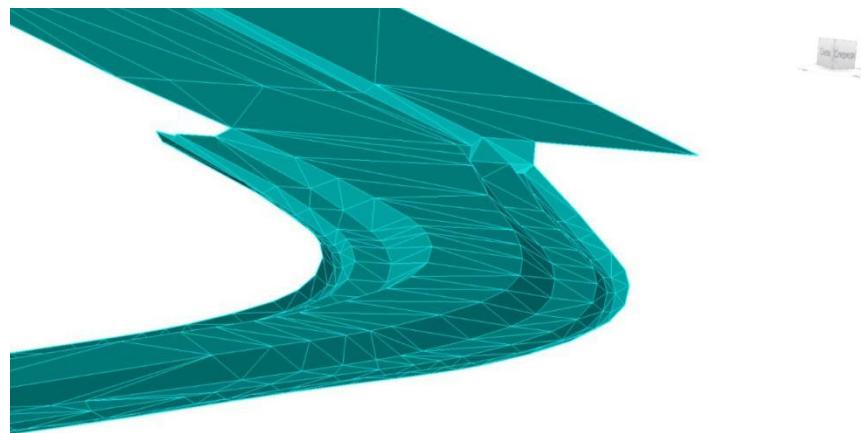


Рис. 2. Пример поверхности для импорта в GPS-приемник (цифровая модель)

Для выноса в натуру проектного положения РШР потребуется файл в формате .dwg, который содержит в себе 3d-линии осей железнодорожных путей, а также может содержать ось водоотводных лотков и т.п. Даная линия создается по проектным данным, так же, как и поверхность, она имеет свое положение в плане и по высоте. Разбивочные файлы должны быть ориентированы в местной системе координат и абсолютной системе высот (рис. 3).

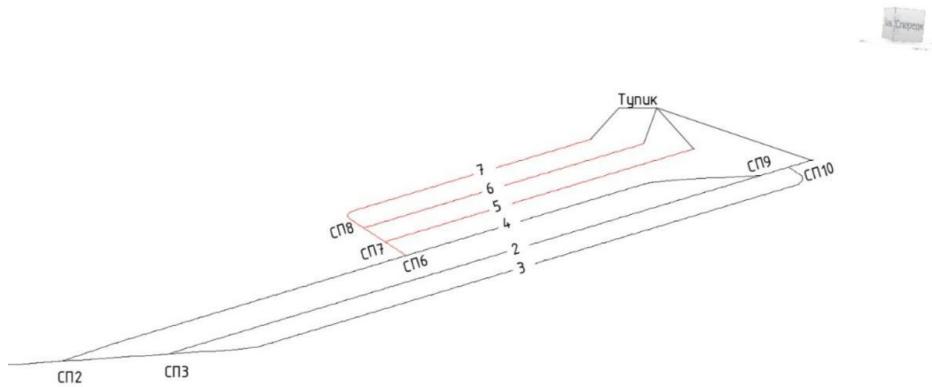


Рис. 3. Пример файла в формате .dwg для разбивки осей сооружений

Данный способ позволяет уйти от классических геодезических методов постановки пути в проектное положение в плане и по высоте. А именно уйти от формата использования эпюров рихтовок от соседнего пути, что, естественно, влияет на точность, так как соседний путь подвергается аналогичным динамическим нагрузкам и имеет геометрические искажения, приобретенные в ходе его эксплуатации [10, 11]. При применении современных технологий мы уходим от этой погрешности за счет того, что привязка к существующим путям нам не требуется.

При выносе осей сооружений с помощью GPS-приемника мы можем видеть не только разницу проектной высоты оси и фактического местоположения, но и разницу в плане. Контроллер самостоятельно вычисляет разницу планового положения прибора и проектного положения оси [12]. Данные выводятся на дисплей контроллера и дают возможность видеть свои передвижения в реальном времени (рис. 4).



Рис. 4. Пример выноса 3D линии с помощью геодезического GPS-приемника

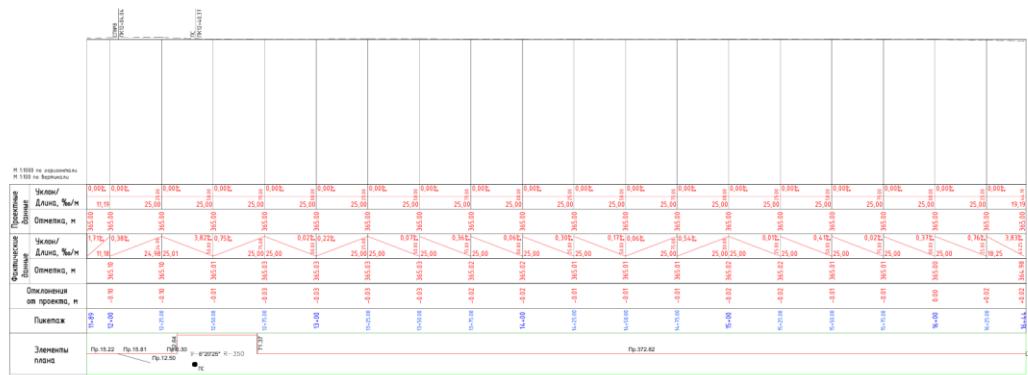


Рис. 5а. Пример продольного профиля для сравнения фактических и проектных высот

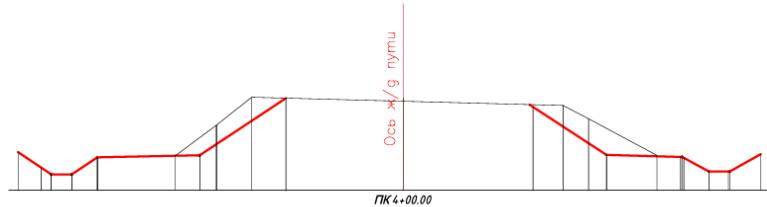


Рис. 5б. Пример поперечного профиля для сравнения фактических и проектных высот

Процесс сравнения фактической съемки и проектных поверхностей становится более наглядным благодаря цифровым моделям. Для уменьшения отклонений, проверки на соответствие проекту можно проводить послойно. Данный контроль позволяет более точно определить место, в котором отклонения превышают допустимые, и произвести подсыпку или срезку грунта, если мы говорим о земляных сооружениях. Для понимания объемов можно посчитать разницу проектной поверхности и поверхности фактической съемки (рис. 6).

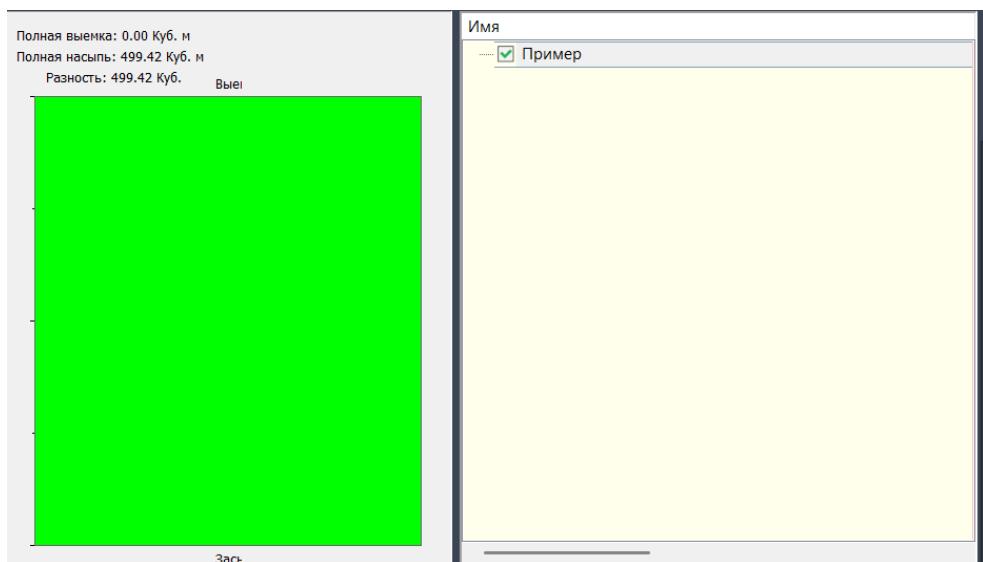


Рис. 6. Пример вычисления объемов насыпи от фактической съемки до проектной поверхности

Подводя итоги рассмотренных нами в статье примеров, можно сделать выводы о том, что с появлением GNSS-оборудования геодезическое сопровождение строительства железных дорог упростилось и стало более точным. Благодаря цифровым моделям мы можем контролировать каждый этап строительства, что дает возможность уменьшить отклонения от проекта, позволяет упростить расчеты объемов земляных работ и дает возможность наглядно понять места, где отклонения не соответствуют допустимым, что упрощает исправление неточностей в ходе строительства.

Также можно отметить, что построение продольных профилей РШР позволяет определить геометрические параметры рельсовых нитей с точным местоположением на местности любой точки или отрезка пути, как в плане, так и по высоте.

Эффективность применения GNSS-оборудования доказана годами успешного строительства новых железнодорожных путей, реконструкций и ремонтом существующих. Подводя итог, делаем вывод о том, что внедрение современных GNSS-технологий не только упростило строительство и реконструкцию железных дорог, но и уменьшило погрешности, которые имелись при применении классических методов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акентьева, А. В. Автоматизация геодезических работ с помощью спутниковых приемников / А. В. Акентьева, М. Б. Реджепов // Природообустройство и природопользование геоландшафтов. – 2022. – № 2. – С. 6-9. – EDN EPEQMQ.
2. Костылев, В.А. Анализ факторов, влияющих на состояние и долговечность современных сложных и протяженных мостовых сооружений / В. А. Костылев, М. А. Повалюхина, В. В. Шумейко // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 2(2). – С. 94-97. – EDN NNWLHG.
3. Зубова, Н.В. Возможности применения мобильного лазерного сканирования при обследовании мостовых переходов / Н. В. Зубова, М. Б. Реджепов, В. В. Шумейко // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2025. – № 1(7). – С. 86-90. – EDN HLMARO.
4. Геодезические работы при строительстве инженерных коммуникаций / Б. А. Попов, А. И. Колосов, Ю. С. Нетребина [и др.]. – Воронеж : Центрально-Черноземное книжное издательство, 2023. – 115 с. – ISBN 978-5-7458-1342-9. – EDN RCRTSC.
5. Геодезия в строительстве / Б. А. Попов, М. Б. Реджепов, Ю. С. Нетребина, Я. В. Вобликова. – Воронеж : Центрально-Чернозёмное книжное издательство, 2021. – 152 с. – ISBN 978-5-7458-1324-5. – EDN FTHZJL.
6. Геотехнический мониторинг деформационных процессов при строительстве объектов в условиях плотной городской застройки на примере г. Воронежа / В. А. Костылев, Н. В. Невинская, В. В. Шумейко, М. Б. Реджепов // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2019. – № 1(8). – С. 149-153. – EDN QDDLJT.
7. Мищенко, В.Я. Экономические методы управления имущественным комплексом : Учеб. пособие : Для студентов, обучающихся по спец. 291500 - "Экспертиза и упр. недвижимостью" направления 653500 "Стр-во" / В. Я. Мищенко, Н. И. Трухина, О. К. Мещерякова ; В.Я. Мищенко, Н.И. Трухина, О.К. Мещерякова; М-во образования Рос. Федерации, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. – Воронеж : Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т, 2003. – 114 с. – ISBN 5-89040-105-X. – EDN QQHAMN.
8. Невинская, Н.В. Обоснование необходимости видеофиксации процесса строительства мостовых сооружений на всех этапах / Н. В. Невинская, В. А. Костылев, В. В. Шумейко // Студент и наука. – 2022. – № 1(20). – С. 54-58. – EDN HIODGR.

9. Ермолина, Т.П. Определение кренов дымовых труб Ростовской ТЭЦ / Т. П. Ермолина, Б. А. Попов // Студент и наука. – 2020. – № 4(15). – С. 37-42. – EDN UMWLAX.
10. Костылев, В.А. Основные аспекты цифровой экономики в геодезической отрасли / В. А. Костылев, В. В. Шумейко, Е. В. Васильчикова // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2023. – № 2(4). – С. 45-48. – EDN CKVLIJ.
11. Планирование и контроллинг в жилищной сфере : Учебник для вузов / П. Г. Грабовый, И. Г. Лукманова, Л. Н. Чернышев [и др.]; Федеральное агентство по образованию, Московский государственный строительный университет (национальный исследовательский университет), Воронежский государственный архитектурно-строительный университет. – Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, 2009. – 505 с. – ISBN 978-5-89040-211-0. – EDN UDTTCB.
12. Притуло, А. И. Исследование использования беспилотных летательных аппаратов в геодезии / А. И. Притуло, Т. Б. Харитонова, М. Б. Реджепов // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 2(2). – С. 51-54. – EDN ATJVJG.
13. Трухина, Н.И. Анализ отечественного и зарубежного опыта учета и оценки гудвилла / Н. И. Трухина, О. А. Куракова, А. К. Орлов // Недвижимость: экономика, управление. – 2015. – № 1. – С. 78-81. – EDN TXMYPL.
14. Трухина, Н.И. Модель идентификации объектов коммерческой недвижимости в теории нечетких множеств / Н. И. Трухина, Э. Ю. Околелова // Недвижимость: экономика, управление. – 2017. – № 4. – С. 33-38. – EDN YOQNDY.

Zubova N.V., assistant

Ermolina A.P., student

Shumeiko V.V., Senior Lecturer

Voronezh State Technical University

APPLICATION OF MODERN GEODETIC METHODS IN THE CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION OF RAILWAY TRACKS

This paper discusses the stages of construction, reconstruction and repair of railways using GNSS technologies. The process of bringing design surfaces and 3D lines using a GPS receiver to the terrain is described. Examples of office processing of field data and the process of calculating deviations from design values are given.

Key words: geodesy, railway track, geometric deformation, GNSS equipment, digital model.

Эзекве К.С., студент

Васильчикова Е.В., старший преподаватель

Воронежский государственный технический университет

МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ МОБИЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Рассматривается методика камеральной обработки результатов мобильного лазерного сканирования (МЛС) автомобильной дороги на примере участка городской улично-дорожной сети. Представлены основные этапы работы с облаком точек, методы фильтрации, структурирования и интеграции данных в программной среде QGIS. Описаны принципы формирования цифровой модели дорожной инфраструктуры, а также практическая значимость применения технологии МЛС для паспортизации и мониторинга состояния автомобильных дорог. Рассмотрено программное обеспечение Magnet Collage и Mobile Master Office, применяемое для постобработки данных, и показана роль геоинформационных систем в формировании единого цифрового пространства.

Ключевые слова: мобильное лазерное сканирование, облако точек, QGIS, автомобильная дорога, геоинформационная система, камеральная обработка, IP-S3, ГИС, цифровые технологии.

Современные тенденции развития геодезии и цифрового моделирования местности тесно связаны с переходом к инновационным технологиям сбора и обработки пространственных данных. Одной из наиболее перспективных и широко применяемых методик в этой области является технология мобильного лазерного сканирования (МЛС) [1-4, 6].

Особое значение приобретает этап камеральной обработки данных, в ходе которого выполняется фильтрация, регистрация и визуализация облака точек, формирование цифровых моделей и картографических материалов. Качество и точность конечного результата напрямую зависят от правильности выполнения данных процедур [5, 7].

Теоретические основы обработки данных мобильного лазерного сканирования

Мобильное лазерное сканирование — это технология, основанная на регистрации пространственных координат множества точек поверхности с использованием лазерного импульса. Сканер, установленный на движущейся платформе, испускает лазерные лучи, которые отражаются от объектов и фиксируются приёмником [9].

Результатом является облако точек — совокупность пространственных координат X, Y, Z, отражающих геометрию окружающей среды. На основе этих данных создаются цифровые модели поверхности (ЦМР), трехмерные реконструкции и тематические карты.

Обработка данных МЛС включает несколько этапов [3]:

1. Импорт и синхронизация данных со сканера и навигационных систем (GNSS, ИНС, одометр).
2. Первичная фильтрация шумов и неинформативных точек.
3. Геопривязка данных к координатной системе региона.
4. Классификация объектов (дорожное покрытие, бордюры, инженерные сооружения, знаки и пр.).

5. Формирование цифровой модели дороги и экспорт в ГИС-программы для последующего анализа.

Современные системы, такие как Topcon IP-S3, позволяют получать до 700 000 измерений в секунду, обеспечивая детальную 3D-модель дорожной сети. Однако основной объём работы приходится именно на камеральный этап, где осуществляется интеллектуальная обработка, структурирование и анализ данных [8].

Программные средства обработки результатов сканирования

Для обработки данных МЛС используется специализированное программное обеспечение. В данной работе применялись Mobile Master Field, Mobile Master Office и Magnet Collage (рис. 1).

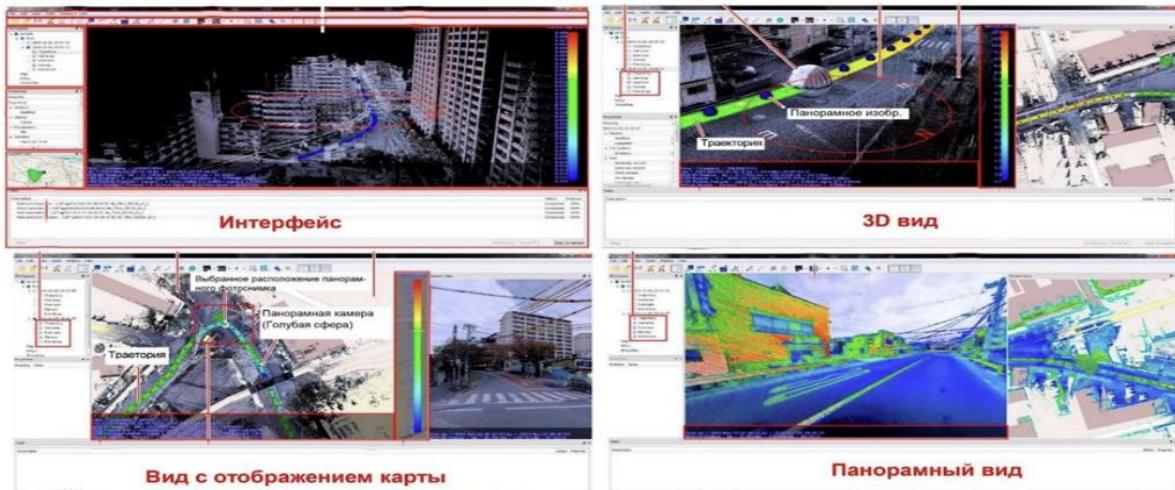


Рис.1. Рабочее пространство программного обеспечения Mobile Master Office

Первый модуль Mobile Master Field, предназначенный для работы в полевых условиях, позволяет не только настраивать параметры системы и контролировать состояние сенсоров, но и отслеживать целостность и качество собираемой информации, а также проводить предварительный анализ поступающих данных.

Вторая часть программного комплекса Mobile Master Office применяется для проведения камеральной обработки. В этом модуле осуществляется объединение информации, поступившей от IMU, ГНСС-приёмников и одометра. Далее данные подвергаются постобработке. Результатом обработки становится цветное облако точек, в котором содержится точная пространственная информация и визуальные характеристики объекта съёмки.

Финальная обработка выполняется в программной среде **Magnet Collage**, где осуществлялось объединение данных от различных сенсоров, их пространственная регистрация и визуализация, а также формирование финального 3D модели объекта съёмки, пригодного для дальнейшего анализа и применения в инженерной практике (рис. 2).

Особое внимание уделяется корректировке плотности точек и удалению шумов, возникающих при сканировании отражающих поверхностей или движущихся объектов. Для исключения таких артефактов применяется инструмент автоматической фильтрации по высоте и отражательной способности.

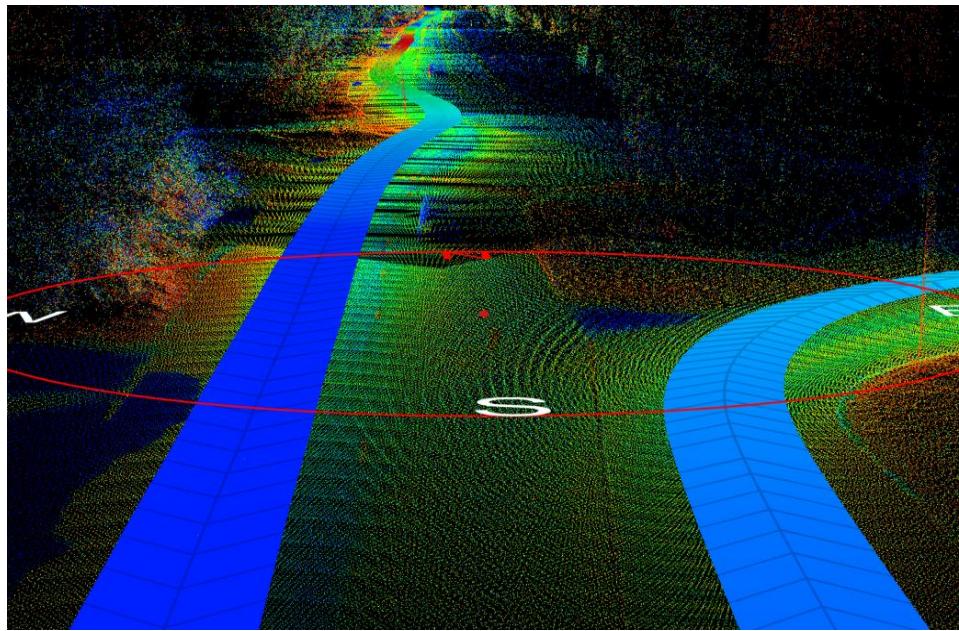


Рис. 2. Обзор выполненного мобильного лазерного сканирования в режиме облака точек в Magnet Collage

Методика камеральной обработки данных в среде QGIS

На завершающем этапе камеральной обработки, для повышения наглядности и удобства анализа пространственной информации, была выполнена систематизация объектов дорожной инфраструктуры и ее визуализации в среде QGIS. Первоначально, с использованием программного обеспечение Magnet Collage, были созданы точечные объекты, представляющие собой геопространственные привязки ключевых элементов, опор линий электропередач (ЛЭП), оси дороги и пешеходных переходов (рис. 3).

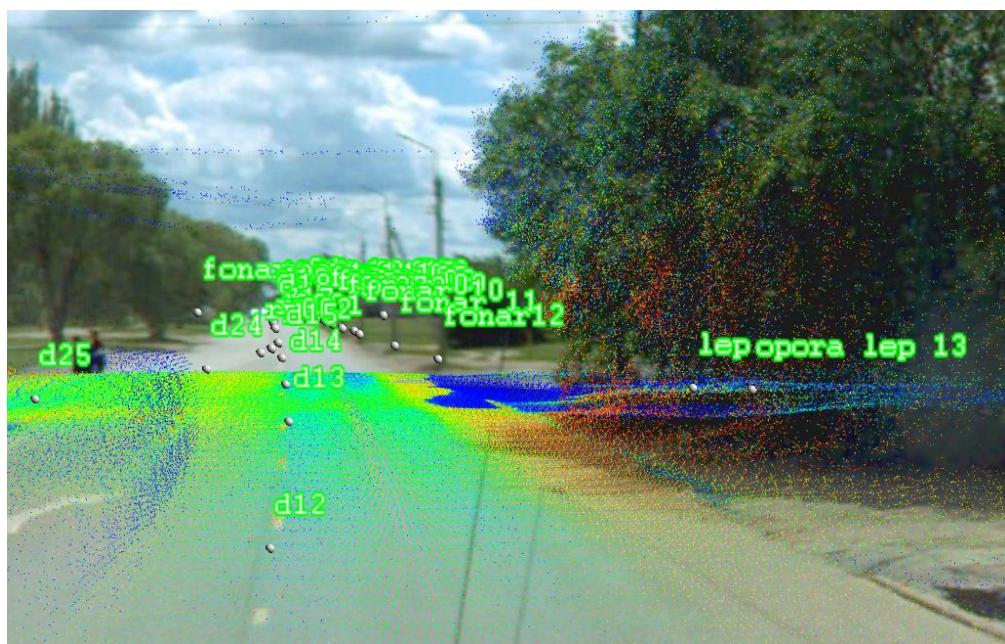


Рис. 3. Точка опоры ЛЭП в Magnet Collage

Для генерации этих объектов применялся инструмент “Point”, обеспечивающий создание геометрически точных координатных точек по облаку (рис. 4).



Рис. 4. - Точки дорожной инфраструктуры

На следующем этапе из Magnet Collage была выгружена таблица с координатами всех созданных точек. Данная таблица содержала значения X, Y, Z и служила основой для дальнейшего отображения объектов в геоинформационной системе.

В программной среде QGIS осуществлялся импорт точечных данных посредством функции «Добавить слой» → «Добавить слой с разделителями».

В процессе импорта были указаны соответствующие координатные поля, а также определена система координат, используемая для региона г. Воронеж (EPSG:2588 - Pulkovo 1942 / 3-degree Gauss-Kruger CM 39E) (рис. 5).

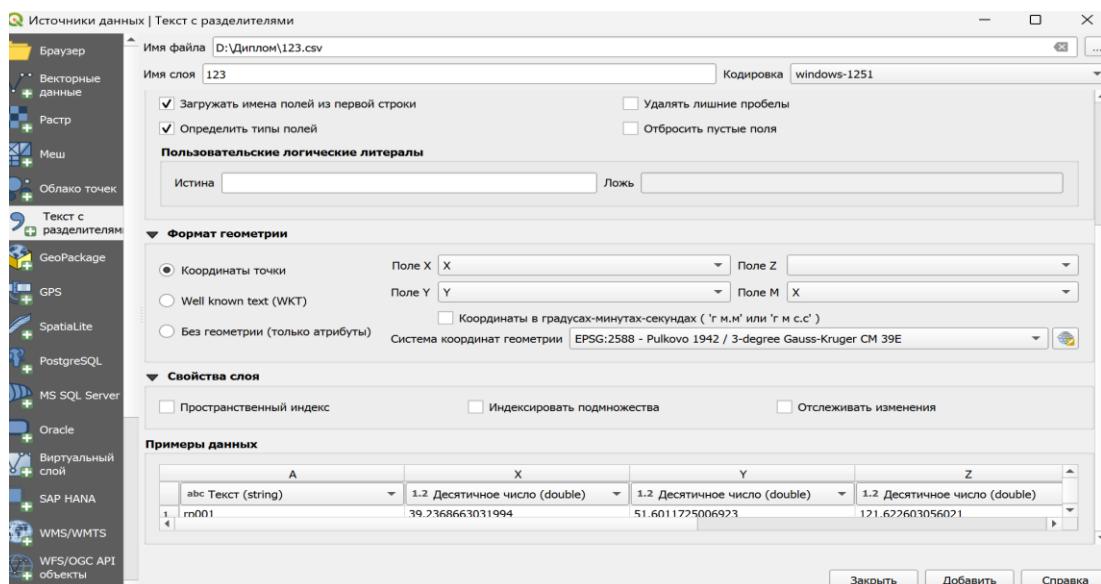


Рис. 5. Добавление таблицы в QGIS

После успешного импорта создаётся набор точечных объектов, отражающих расположение элементов дорожной инфраструктуры. Для повышения аналитических возможностей таблица атрибутов дополняется информационными полями (Рис. 6):

1. Для осей дорог:
 - Наименование дороги (для идентификации в пределах карты)
 - Длина участка (для дальнейшего анализа протяженности)
 - Категория дороги (главная/второстепенная)

- Количество полос
 - Направление движения, в том числе одностороннее/двустороннее
2. Для опор ЛЭП:
- Тип опоры (металлическая, железобетонная)
 - Класс напряжения
 - Наличие освещения (да/нет)
3. Для пешеходных переходов
- Название перехода
 - Ширина перехода
 - Освещенность.

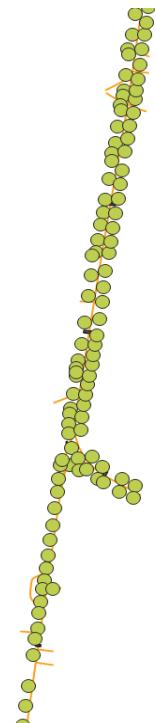


Рис. 6. Точки из Magnete Collage

На заключительном этапе выполняется визуализация полученных данных: объекты окрашиваются в разные цвета по типам, создаются подписи, тематические карты и схемы.

Данный этап работ был выполнен с целью создания цифровой модели участка дорожной инфраструктуры, позволяющей интегрировать в едином пространстве как геометрические параметры (координаты, длина, форма), так и логико-семантические характеристики (тип объекта, наличие освещения, количество полос и др.)

В результате обработки данных в среде QGIS, были разработаны тематические карты, отражающие пространственные и атрибутивные характеристики дорожной инфраструктуры (рис. 7).

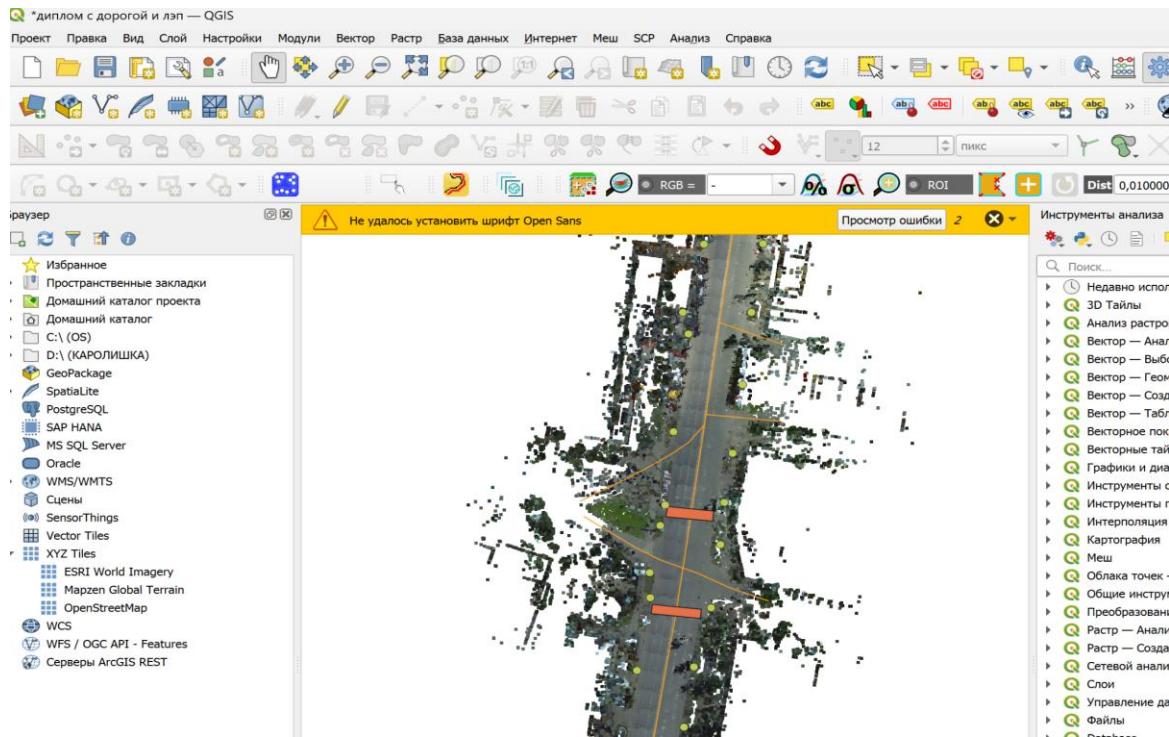


Рис.7. Облако точек с точками, линиями и полигонами дорожной инфраструктуры

Практическое значение и преимущества метода

Таким образом, использование ГИС и облаков точек, полученных в результате мобильного лазерного сканирования, позволило создать актуальную, высокоточно привязанную и семантически насыщенную карту дорожной инфраструктуры [10]. Это решение является не только удобным инструментом визуализации, но и эффективной аналитической базой, необходимой для последующего мониторинга состояния объекта, формирования планов модернизации и обеспечения безопасности дорожного движения [11].

На практике методика позволяет перейти от бумажных форм фиксации к полноценным цифровым дорожным паспортам, содержащим геометрические и атрибутивные характеристики в единой базе данных. Это значительно упрощает взаимодействие проектных, эксплуатационных и управлеченческих структур [12].

Значение обработки данных для геоинформационных систем

Камеральная обработка результатов МЛС является ключевым этапом в формировании цифровых пространственных моделей. Именно на этом этапе происходит трансформация необработанных измерений в структурированные геоданные, пригодные для анализа и визуализации.

Интеграция обработанных облаков точек в ГИС позволяет:

- анализировать состояние дорожных конструкций,
- выявлять несоответствия нормативам,
- планировать ремонты и реконструкции,

• проводить автоматизированные расчёты и моделирование транспортных потоков. Кроме того, использование программных модулей QGIS, Magnet Collage и Mobile Master Office обеспечивает совместимость с различными форматами (LAS, XYZ, CSV, SHP), что делает результаты обработки универсальными и пригодными для передачи в другие инженерные системы.

В перспективе развитие технологий МЛС открывает путь к созданию единого цифрового пространства дорожной инфраструктуры, где данные о каждом элементе дороги будут обновляться автоматически на основе повторных съёмок.

Заключение

Методика обработки результатов мобильного лазерного сканирования автомобильной дороги представляет собой комплекс последовательных операций, направленных на получение точной, структурированной и визуально наглядной пространственной информации.

Опыт выполнения работ показал, что применение систем мобильного лазерного сканирования, таких как **Topcon IP-S3**, в сочетании с программными средствами **Magnet Collage** и **QGIS**, позволяет существенно повысить эффективность геодезических изысканий.

Камеральная обработка данных становится не просто завершающим этапом, а **ключевым звеном** в цепочке цифровизации инженерно-дорожной отрасли. Именно от качества и точности этой обработки зависит корректность построенных моделей, достоверность аналитических выводов и эффективность дальнейших решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ и сравнение базовых возможностей и функционала двух программных продуктов для создания ГИС: QGIS и AUTOCAD map 3D / А. П. Ермолина, В. А. Кузнецова, К. С. Эзекве, Е. В. Васильчикова // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2024. – № 1(5). – С. 43-49. – EDN ZHGCTH.
2. Бутько, А.В. Исследование методов трехмерного лазерного сканирования и совместимости цифровой фотограмметрической съемки в геодезии / А. В. Бутько, В. В. Шумейко, М. Б. Реджепов // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 2(2). – С. 88-93. – EDN XMFYAF.
3. Васильчикова, Е. В. Новые возможности в проектировании инфраструктуры: создание ГИС по результатам лазерного сканирования и интеграция с BIM / Е. В. Васильчикова // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 2(2). – С. 66-73. – EDN HVGXSH.
4. Возможности создания и использования ГИС-технологий на территории города Воронеж / А. П. Ермолина, В. А. Кузнецова, К. С. Эзекве, Е. В. Васильчикова // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2024. – № 1(5). – С. 50-57. – EDN SQJRW.
5. Геодезические работы при строительстве инженерных коммуникаций / Б. А. Попов, А. И. Колосов, Ю. С. Нетребина [и др.]. – Воронеж : Центрально-Черноземное книжное издательство, 2023. – 115 с. – ISBN 978-5-7458-1342-9. – EDN RCRTC.
6. Горина, А.В. Использование лазерного сканирования для ГИС / А. В. Горина, М. Б. Реджепов // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2020. – № 1(10). – С. 102-108. – EDN QXRGNQ.
7. Зубова, Н.В. Возможности применения мобильного лазерного сканирования при обследовании мостовых переходов / Н. В. Зубова, М. Б. Реджепов, В. В. Шумейко // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2025. – № 1(7). – С. 86-90. – EDN HLMARO.
8. Костылев, В. А. Основные аспекты цифровой экономики в геодезической отрасли / В. А. Костылев, В. В. Шумейко, Е. В. Васильчикова // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2023. – № 2(4). – С. 45-48. – EDN CKVLIJ.
9. Реджепов, М.Б. Анализ применения наземного и воздушного лазерного сканирования / М. Б. Реджепов, С. А. Колесникова // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства : Материалы I международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ, Воронеж, 30 апреля 2019

года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 292-300. – EDN FKPVTL.

10. Трухин, Ю.Г. Особенности современного этапа развития КРТ и практических подходов к управлению недвижимостью / Ю. Г. Трухин, Н. И. Трухина, Г. Б. Вязов // Real Estate: Economics, Management. – 2023. – №. 4. – Р. 41-44. – DOI 10.22337/2073-8412-2022-4-41-44. – EDN KCVGEZ.

11. Трухин, Ю.Г. Особенности современных подходов к технической оценке состояния объектов городской недвижимости на этапах реализации Комплексного Развития застроенных территорий / Ю. Г. Трухин, Н. И. Трухина // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 1(1). – С. 7-14. – EDN QTURXN.

12. Эзекве, К. С. Анализ существующих модулей QGIS и nextgis для использования ГИС-технологий в землеустройстве и кадастре / К. С. Эзекве, А. Д. Самойлова, Е. В. Васильчикова // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2024. – № 2(6). – С. 56-65. – EDN IEQQLH.

Ezekwe K.S., student

Vasilchikova E.V., Senior Lecturer

Voronezh State Technical University

A METHOD FOR PROCESSING MOBILE LASER SCANNING RESULTS OF A ROAD

This article examines a methodology for office processing of mobile laser scanning (MLS) results for a road using a section of the urban road network as an example. The article presents the main stages of working with a point cloud, as well as methods for filtering, structuring, and integrating data in the QGIS software environment. The principles of creating a digital model of road infrastructure are described, as well as the practical significance of using MLS technology for road certification and condition monitoring. Magnet Collage and Mobile Master Office software used for data post-processing are discussed, and the role of geographic information systems in creating a unified digital space is demonstrated.

Key words: mobile laser scanning, point cloud, QGIS, road, geographic information system, office processing, IP-S3, GIS, digital technologies.

Попов Б.А., канд. сельхоз. наук, доцент
Багликова Т.Е., магистр
Рогатнев А.В., магистр
Воронежский государственный технический университет

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ФУНКЦИЙ УРАВНЕННЫХ ВЕЛИЧИН В РАЗДЕЛЬНЫХ МЕТОДАХ УРАВНИВАНИЯ

В геодезии для уравнивания геодезических измерений находят широкое применение раздельные методы уравнивания. Несмотря на это, вопрос оценки их точности остается открытым, методы оценки разработаны еще не в полной. В статье представлена оценка точности функций уравненных величин в раздельных методах уравнивания.

Ключевые слова: оценка точности, приведенное значение, метод двухгрупповой корректировки, дирекционный угол, типичные фигуры триангуляции.

Вопросы оценки точности раздельных методов уравнивания, не смотря на значительное число работ, посвященных этой проблеме, разработаны все еще не в полной мере [1]. Это обстоятельство во многом ограничивает применение раздельных методов и в значительной мере снижает их точность [2, 3].

Проведем краткий анализ вывода формул оценки точности функций уравненных величин, полученных из раздельного решения условных уравнений поправок по группам [4]. Как известно, величина обратного веса $\frac{1}{p_f}$ функции f уравненных величин в коррелятном методе уравнивания рассчитывается по формуле:

$$\frac{1}{p_f} = a_0 + \sum_i^n \frac{(a_i r_1 + b_i r_2 + \dots + t_i r_t + f_t)^2}{p_i}, \quad (1)$$

где a, b, \dots, t, f – коэффициенты условных уравнений и функций;
 r_i – переходные множители, зависящие от поставленного вида уравнивания;
 p_i – веса измерений.

Значения переходных множителей r_i будут определяться коэффициентами при невязках соответствующих условных уравнений в выражениях поправок оцениваемых элементов. В связи с этим для поправок нужно получать такие выражения, которые представляли бы их в виде функций результатов измерений, а именно:

$$V_f = r_1 w_1 + r_2 w_2 + \dots + r_t w_t, \quad (2)$$

где w_i – значения свободных членов условных уравнений, а r_i есть искомые значения переходных множителей.

Если выражение (2) в данном методе уравнивания получено, то вычисление обратного веса по формуле (1) затруднений не представляет [5, 6, 7].

В широко распространенном двухгрупповом методе уравнивания простых геодезических построений, во вторую группу входит одно синусное условие, причем за условие первой группы в нем преобразуется только свободный член. Для получения поправки оцениваемой функции уравненных величин, полученных из такого метода, можно записать выражение

$$V_f = V'_f + V''_f , \quad (3)$$

где $V'_f = r_1 w_1 + r_2 w_2 + \dots + r_{t-1} w_{t-1}$ – число поправки V_t , обусловленное влиянием первой группы условий уравнения;

$V''_f = r_f w_f$ – часть поправки V_t , обусловленная влиянием второй группы условных уравнений.

Учитывая, что значение w_t преобразовано, а переходный множитель r_t отражает распределение именно преобразованного свободного члена, вычисление величины обратного веса функции f следует производить по формуле:

$$\frac{I}{P_f} = \sum_1^n \frac{(CD_i r_t + F_i)^2}{P_i} , \quad (4)$$

являющейся общей при оценке точности сторон и их дирекционных углов геодезических сетей, уравниваемых по выше приведенной методике. В выражении (4) D и F_i – преобразованные коэффициенты синусного условия и функции соответственно, подсчитываемые для каждого конкретного случая по известным формулам. Выражение (4) можно преобразовать, вводя Гауссовые символы суммирования, к виду

$$\frac{I}{P_f} = [\pi DD]r_t^2 + 2[\pi DF]\eta_t + [\pi FF] , \quad (5)$$

Используя изложенный метод, нами предлагаются формулы оценки точности различных типовых фигур триангуляции. Приведем некоторые из них. Для простоты считаем измерения равноточными.

Геодезический четырехугольник

В качестве оцениваемых элементов примем логарифм стороны CD и ее дирекционный угол. Тогда

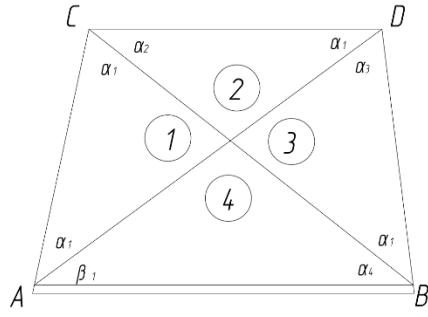


Рис. 1. Геодезический четырехугольник

$$\frac{I}{P_{edS}} = [DD]r_s^2 + 2[DF]r_3 + [FF] , \quad (6)$$

где

$$r_s = -\frac{\delta_{\alpha_1}\sigma_1 + \delta_{\beta_3} + \alpha_4(\sigma_4 - \sigma_3) - \delta_1\beta_1 + \alpha_2(\sigma_1 + \sigma_2) + \delta_{\alpha_3}\sigma_3}{[\sigma^2]} ;$$

$$\frac{I}{P_\alpha} = [DD]r_\alpha^2 - 2[DF]r_\alpha + [FF] , \quad (8)$$

где

$$r_\alpha = \frac{\delta_2 - \delta_4}{[\delta^2]} . \quad (9)$$

Центральная система

В качестве оцениваемых элементов примем сторону ОК k -го треугольника и ее дирекционный угол. Тогда

$$\frac{I}{P_{edS}} = [DD]r_3^2 + 2[DP]r_s + [FF] , \quad (10)$$

где

$$r_s = -\frac{[\sigma^2]_2^k + \delta_{\alpha_1}\delta_1}{[\sigma^2]} ; \quad (11)$$

$$\frac{I}{P_\alpha} = [DD]r_\alpha^2 + 2[DF]r_\alpha + [FF] , \quad (12)$$

где

$$r_\alpha = \frac{\sigma_1}{[\sigma^2]} \quad (13)$$

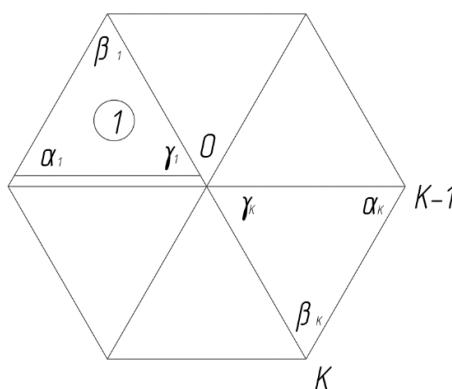


Рис. 2. Центральная система

Центральная система с полюсом вне фигуры

В качестве оцениваемых элементов примем сторону CD и ее дирекционный угол.

Тогда

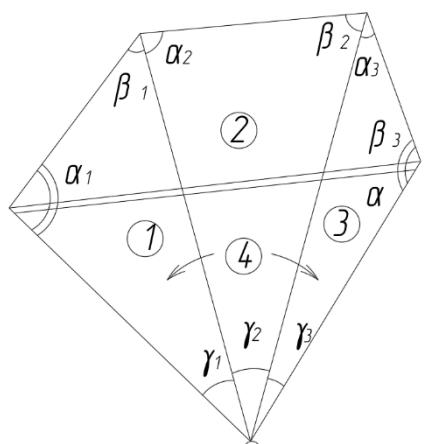


Рис. 3. Центральная система с полюсом вне фигуры

$$\frac{I}{P_{edS}} = [DD]r_s^2 + 2[DF]r_s + [FF], \quad (14)$$

где

$$r_s = \frac{\delta_4 \delta_4 + \delta_1^2 + \delta_{\beta_2} \delta_2}{[\sigma^2]}; \quad (15)$$

$$\frac{I}{P_\alpha} = [DD]r_\alpha^2 + 2[DP]r_\alpha + [FF], \quad (16)$$

где

$$r_\alpha = \frac{\sigma_4 + \sigma_2}{[\sigma^2]}, \quad (17)$$

В рассмотренных формулах $\delta_\alpha, \delta_\beta$ – изменения логарифмов связующих углов α и β при изменении значения угла на I'' ; $\delta_i = \delta_{\alpha_i} + \delta_{\beta_i}$ (где i – номер треугольника).

Для значений D и F выражения не приведены в силу общеизвестности порядка их вычисления.

В качестве примера, иллюстрирующего использование полученных формул, выполним оценку точности стороны OB и ее дирекционного угла центральной системы (рис. 2).

В результате получим:

1. По методу наименьших квадратов

$$\frac{m_{OB}}{s_{OB}} = 1: 83\,000; \quad m_\alpha = 1,8''$$

2. По предложенному методу

$$\frac{m_{OB}}{s_{OB}} = 1: 82\,000; \quad m_\alpha = 2,6''$$

Отсюда видно, что предложенные формулы оценки точности соответствуют результатам, которые дает раздельный метод уравнивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ванеев, С.Р. К вопросу о точности измерения расстояний лазерным дальномером электронным тахеометром TRIMBLE M3 / С. Р. Ванеев, М. Б. Реджепов // Студент и наука. – 2019. – № 2. – С. 36-39. – EDN XQAPTD.
2. Геодезические работы при строительстве инженерных коммуникаций / Б. А. Попов, А. И. Колосов, Ю. С. Нетребина [и др.]. – Воронеж : Центрально-Черноземное книжное издательство, 2023. – 115 с. – ISBN 978-5-7458-1342-9. – EDN RCRTSC.
3. Геодезия в строительстве / Б. А. Попов, М. Б. Реджепов, Ю. С. Нетребина, Я. В. Вобликова. – Воронеж : Центрально-Чернозёмное книжное издательство, 2021. – 152 с. – ISBN 978-5-7458-1324-5. – EDN FTHZJL.
4. Дифференциальное и интегральное исчисления для втузов: учебное пособие в 2 т. / Н.С. Пискунов. – М. : Интеграл – Пресс, 2001–2004. – 584 с.

5. Инженерная геодезия: учебное пособие для вузов / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев, Б.А. Попов. – Москва, Берлин : Директ-Медиа, 2020.– 498с.
6. Метод наименьших квадратов: метод. указания / сост.: Л.В. Коломиец, Н.Ю. Поникарова. – Самара: Издательство Самарского университета, 2017. – 32 с.
7. Попов, Б.А. Влияние освещенности территории на точность нивелирования / Б. А. Попов, М. Б. Реджепов // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природооустройства : материалы I международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ, Воронеж, 30 апреля 2019 года. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 257-261. – EDN TKFXWP.

Popov B.A., Candidate of Agricultural Sciences, Docent

Baglikova T.E., Muster student

Rogatnev A.V., Muster student

Voronezh State Technical University

ESTIMATION OF THE ACCURACY OF EQUIVALENT FUNCTIONS IN SEPARATE EQUIVALENCE METHODS

In geodesy, separate adjustment methods are widely used to adjust geodetic measurements. Despite this, the question of assessing their accuracy remains open, and the methods for assessing them have not yet been fully developed. The article presents an assessment of the accuracy of functions of equalized quantities in separate adjustment methods.

Key words: accuracy assessment, reduced value, two-group correction method, directional angle, typical triangulation figures.

Вобликова Я.В., ассистент
Пышнограй Ю.А., студент
Яковleva Д.С., студент
Воронежский государственный технический университет

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ, КАК ОДНО ИЗ ВАЖНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СОВРЕМЕННОЙ КАРТОГРАФИИ

Изучен исторический переход от традиционной картографии к геоинформационному картографированию. Рассмотрены современные технологии геоинформационного картографирования, а также отрасли их использования.

Ключевые слова: картография, геоинформационное картографирование, онлайн-карты, 3D- и 4D-модели.

Наука о картографии представляет собой одну из наиболее древних отраслей человеческих знаний. Считается, что первые карты появились еще в каменном веке. Когда люди начали изображать на камнях и костях направления и места, чтобы сохранить знания о какой-либо местности [1, 2, 3].

Картография — это инструмент, который превращает хаотичное пространство вокруг человека в структурированную систему [4]. В первую очередь картография выполняет функцию навигации. Будь то поход с бумажной картой или поездка на автомобиле с GPS-навигатором, мы используем картографию, чтобы найти оптимальный путь. Во-вторых, функцию **хранения и передачи информации**. Карта — это компактный и наглядный способ «упаковать» огромные объемы данных о территории. Она хранит информацию о рельефе, границах, населенных пунктах, дорогах, полезных ископаемых и многом другом. Исторические карты, например, бесценны для понимания того, как менялся мир [5].

Картография тесно связана с естественными, техническими, гуманитарными и социально-экономическими науками, включая географию, геодезию, фотограмметрию, информатику, математику, психологию восприятия, лингвистику, а также различные предметные науки вроде геологии и экономики. В наше время современная картография больше связана с информатикой, которая включает работу с цифровыми данными в геоинформационных системах (ГИС), что требует знаний в области информатики и математики [6, 7].

Взаимодействие геоинформатики и картографии стало основой для формирования нового направления — геоинформационного картографирования, суть которого составляет автоматизированное информационно-картографическое моделирование природных и социально-экономических геосистем на основе ГИС и баз знаний.

Геоинформационное картографирование можно определить как процесс создания, анализа и представления пространственных данных с использованием технологий ГИС. В отличие от традиционной картографии, где карта является статичным отображением местности, геоинформационное картографирование обеспечивает динамическое взаимодействие с пространственными данными [8, 9]. Пользователь может изменять масштаб, выделять нужные слои, накладывать различные тематические карты, проводить аналитические операции и моделировать изменения во времени.

Переход традиционной картографии к геоинформационному картографированию стал не просто сменой технологий, а подлинной революцией, изменившей саму суть

карты и её роль в обществе. Если классическая картография была искусством создания «застывшего во времени» изображения местности, то её современный этап — это наука о живом, управляемом и интеллектуальном цифровом образе пространства.

Истоки этого перевода лежат в попытках преодолеть ключевые ограничения бумажной карты. Картографы давно мечтали о возможности легко обновлять данные, совмещать разные тематические содержания и производить сложные пространственные расчёты. Метод «прозрачных кальяк», когда на основную карту поочерёдно накладывали листы с дорогами, лесами или населёнными пунктами, был прообразом будущей многослойности. Однако ручной труд и статичность носителя не позволяли выйти на качественно новый уровень.

Первым практическим шагом к революции стало появление в 1960-х годах первых географических информационных систем, таких как канадская CGIS. Они были рождены из насущной государственной необходимости — учёта огромных земельных ресурсов. Ключевым прорывом стала не оцифровка самой карты (которая стала просто изображением на экране), а **разделение данных и их представления**. Информация о дорогах, реках и границах стала храниться не как набор линий, а как структурированные объекты с привязанными к ним атрибутами (название, тип, длина). Это позволило впервые не просто «смотреть» на карту, а **задавать ей вопросы**: «показать все участки леса на песчаных почвах» или «найти оптимальный маршрут между двумя точками».

Дальнейший переход ускорился с развитием вычислительной техники. Появление мощных персональных компьютеров в 1980-90-х годах «демократизировало» ГИК, сделав её доступной не только для крупных научных центров и правительства, но и для муниципалитетов, университетов и бизнеса. Карта окончательно превратилась из иллюстрации в **инструмент для анализа и принятия решений**. Проектировщик, накладывая слои геологии, гидрологии и инфраструктуры, мог моделировать последствия строительства. Эколог — отслеживать динамику вырубки лесов по спутниковым снимкам. Логист — строить маршруты с учётом текущей дорожной обстановки.

Кульминацией этого перехода стала эра интернета и мобильных технологий. Картографирование вышло за стены профессиональных кабинетов и стало частью повседневной жизни миллиардов людей. Онлайн-карты, такие как Яндекс.Карты или Google Maps, — это и есть геоинформационные системы в их массовом воплощении. Они интерактивны, постоянно обновляются и интегрируют в себя данные из тысяч источников — от пробок, сообщаемых пользователями, до расписаний общественного транспорта.

Основными принципами геоинформационного картографирования являются точность, актуальность, системность, многослойность, интерактивность и интеграция данных из различных источников. Карта в ГИС представляет собой совокупность тематических слоёв, каждый из которых содержит определённый вид информации — рельеф, гидрографию, почвы, растительность, населённые пункты, инфраструктуру и т.д. Такая структура позволяет осуществлять пространственный анализ на различных уровнях детализации и интегрировать разнообразные данные в едином картографическом пространстве [10].

Геоинформационное картографирование возникло и развивается как прямое продолжение комплексного, синтетического и далее — системного картографирования в новой среде информационных технологий [11].

Сформировавшись как самостоятельная научная дисциплина, на пересечении автоматизированной картографии и геоинформатики, геоинформационное картографирование приобрело следующие особенности:

Применение геоинформационных технологий:

- Высокая степень автоматизации, опора на базы картографических данных и географических знаний;

- Интерактивность процессов картографирования, обеспечивающая тесное сочетание методов создания и использования карт;

Оперативность получения картографических изображений, приближающаяся к реальному времени:

- Гибкость в представлении конкретного картографического изображения в части проекции, масштаба, содержания, оформления;

- Создание геоизображений новых видов и типов (цифровых и электронных карт, трехмерных компьютерных моделей, анимаций и др.);

- Многосредность (мультимедийность), позволяющая сочетать иконические, текстовые, звуковые отображения с картографическим материалом.

Геоинформационные картографические и некартографические изображения также обеспечивают модельное представление местности в компьютерной форме, но предназначены они для непосредственного восприятия человеком, что в свою очередь обеспечивает участие человека в геоинформационной обработке анализе данных, решении пространственных задач, подготовке и принятии пространственных решений.

При этом они уже не являются непосредственным источником информации для решения пространственных задач в процессе геоинформационной обработки, а либо служат средством визуализации содержания баз данных и/или выработанных пространственных проектов (картографические изображения), либо являются дополнительной образной информацией (аэрокосмические снимки, фото, видео, перспективные изображения).

Развитие геоинформационных технологий невозможно без совершенствования источников пространственных данных и методов их обработки. Основными источниками информации для ГИС являются спутниковые снимки, данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), результаты аэрофотосъёмки и дрон-мониторинга, а также координатные измерения с использованием GPS и ГЛОНАСС.

Наиболее распространёнными программными средствами геоинформационного картографирования являются такие платформы, как ArcGIS, QGIS, MapInfo Professional, Global Mapper, ERDAS Imagine, ENVI и другие. Среди них особое место занимает QGIS как свободно распространяемое программное обеспечение, обеспечивающее широкий спектр функций по обработке, анализу и визуализации геопространственных данных [6].

Современные технологии позволяют использовать облачные сервисы и веб-платформы для интерактивного картографирования. Такие решения, как ArcGIS Online, Google Earth Engine, OpenStreetMap, обеспечивают доступ к большим массивам пространственных данных и позволяют создавать интерактивные карты, доступные пользователям в режиме реального времени.

Методы анализа в геоинформационном картографировании включают пространственную интерполяцию, буферизацию, наложение тематических слоёв (overlay-анализ), пространственную статистику и моделирование процессов. С помощью этих инструментов можно выявлять пространственные закономерности, прогнозировать изменения природных и антропогенных процессов, а также принимать обоснованные управленческие решения.

Геоинформационные технологии сегодня применяются практически во всех сферах человеческой деятельности, где имеет значение пространственный аспект [12]. Представим их по следующим группам:

1. Городское планирование и управление территориями. ГИС-картографирование используется для моделирования инфраструктуры, планирования транспортных потоков, анализа застройки, оценки земельных ресурсов и контроля использования территорий. На основе ГИС создаются цифровые модели городов (Digital Twin), обеспечивающие эффективное управление городскими системами.

2. Природопользование и экология. Геоинформационные карты применяются для мониторинга состояния окружающей среды, оценки загрязнения, анализа изменения земельного покрова, состояния лесных массивов, водных объектов и почв. ГИС позволяет выявлять зоны экологического риска и разрабатывать стратегии устойчивого природопользования.

3. Сельское хозяйство. В аграрном секторе геоинформационное картографирование используется для точного земледелия — определения состава почв, норм удобрений, оценки влажности и продуктивности земель. Это способствует повышению эффективности использования ресурсов и снижению экологической нагрузки.

4. Безопасность и чрезвычайные ситуации. ГИС-карты применяются для прогнозирования и ликвидации последствий природных и техногенных катастроф, картографирования зон затопления, пожаров, землетрясений и других чрезвычайных явлений. Они позволяют оперативно принимать решения и планировать действия служб реагирования.

5. Наука и образование. Геоинформационные карты используются в географии, геологии, биологии, социологии, урбанистике, а также в образовательных целях. Они позволяют визуализировать сложные пространственные данные и формировать пространственное мышление у учащихся.

Несмотря на широкое распространение и очевидные преимущества, геоинформационное картографирование сталкивается с рядом проблем. Среди них можно выделить недостаточную обеспеченность актуальными и достоверными пространственными данными, несовместимость форматов данных различных ГИС, а также высокую стоимость лицензионного программного обеспечения. Немаловажной проблемой остаётся и нехватка квалифицированных специалистов, владеющих методами пространственного анализа и визуализации данных.

Перспективы развития геоинформационного картографирования связаны с интеграцией ГИС с технологиями искусственного интеллекта, машинного обучения и больших данных (Big Data). Это открывает новые возможности для автоматической классификации спутниковых изображений, прогнозирования изменений в ландшафте и анализа пространственных тенденций в реальном времени.

Всё большее распространение получают 3D- и 4D-модели, которые отображают объекты не только в пространстве, но и во времени, что особенно важно для мониторинга динамических процессов.

Геоинформационное картографирование является одним из ключевых направлений современной картографии, объединяющим в себе достижения информационных технологий, геодезии, картографии и анализа данных.

Использование ГИС и геоинформационного картографирования позволяет повысить эффективность управления территориями, обеспечить рациональное природопользование, улучшить экологическую безопасность и качество принимаемых решений.

Таким образом, переход к геоинформационному картографированию — это путь от карты-изображения к **карте-модели**. Это смена парадигмы, где центральным элементом становится не конечное графическое произведение, а динамичная база пространственных данных, которая может визуализироваться бесконечным количеством способов в зависимости от целей пользователя. Современная карта — это уже не ответ, а среда для поиска ответов, живая и реагирующая на изменения цифровая копия нашего мира, которая продолжает развиваться, интегрируя технологии 3D-моделирования, дополненной реальности и искусственного интеллекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абросин, С.А. Сравнительная характеристика ГИС программ для более оптимальной работы в геодезии / С. А. Абросин, М. Б. Реджепов // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2018. – № 1(6). – С. 157-159. – EDN YNQQNF.
2. Гордеева, К.С. Источники данных для создания геоинформационных систем: их анализ и обработка / К. С. Гордеева, Н. Б. Хахулина // Студент и наука. – 2019. – № 3. – С. 38-46. – EDN GRUXMH.
3. Горина, А.В. Использование лазерного сканирования для ГИС / А. В. Горина, М. Б. Реджепов // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2020. – № 1(10). – С. 102-108. – EDN QXRGNQ.
4. Макаренко, С.А. Геоинформационные технологии в картографировании / С. А. Макаренко, А. А. Бахтин // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства : Материалы V международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ, Воронеж, 28 апреля 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2023. – С. 195-204. – EDN DNLSUI.
5. Применение технологии геоинформационного моделирования при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов / М. Б. Реджепов, Б. А. Попов, В. А. Костылев, И. В. Нестеренко // Природообустройство и природопользование геоландшафтов. – 2021. – № 1. – С. 15-21. – EDN EPOPNL.
6. Реджепов, М.Б. Исследование и совершенствование методов сбора и обработки геопространственной информации для изыскания линейных сооружений / М. Б. Реджепов, К. С. Гордеева // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства : Материалы I международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ, Воронеж, 30 апреля 2019 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 278-286. – EDN XBJRPR.
7. Самбулов, Н.И. Автоматизация обновления данных в геоинформационных системах на основании результатов мобильного сканирования / Н. И. Самбулов, С. И. Акиньшин // Студент и наука. – 2019. – № 2. – С. 73-76. – EDN QVSDVR.
8. Трухин, Ю.Г. Особенности современного этапа развития КРТ и практических подходов к управлению недвижимостью / Ю. Г. Трухин, Н. И. Трухина, Г. Б. Вязов // Real Estate: Economics, Management. – 2023. – № 4. – Р. 41-44. – DOI 10.22337/2073-8412-2022-4-41-44. – EDN KCVGEZ.
9. Трухин, Ю.Г. Особенности современных подходов к технической оценке состояния объектов городской недвижимости на этапах реализации Комплексного Развития застроенных территорий / Ю. Г. Трухин, Н. И. Трухина // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 1(1). – С. 7-14. – EDN QTURXN.
10. Трухина, Н.И. Особенности аэрофотосъемки с БПЛА для составления картографических планов и карт / Н. И. Трухина, В. А. Костылев, В. В. Шумейко // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2024. – № 1(5). – С. 32-36. – EDN GYONKP.
11. Хахулина, Н.Б. Перспективы использования современных технологий для получения геопространственных данных / Н. Б. Хахулина, В. А. Костылев // Теория и практика инновационных технологий в АПК : Материалы национальной научно-практической конференции, Воронеж, 01 апреля – 31 2025 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I, 2025. – С. 174-179. – EDN FIXWKU.
12. Управление градостроительными отношениями в муниципальных образованиях: проблемные вопросы и способы совершенствования / А. М. Кулешов, В. Н.

Баринов, Н. И. Трухина, Г. Б. Вязов. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2018. – 182 с. – ISBN 978-5-4446-1152-4. – EDN XYSVUT.

Voblikova Ya.V. assistant
Pyshnograi Y.A., student
Yakovleva D.S., student
Voronezh State Technical University

GEOINFORMATION MAPPING AS ONE OF THE IMPORTANT DIRECTIONS OF MODERN CARTOGRAPHY

The historical transition from traditional cartography to geoinformation mapping is studied. Modern technologies of geoinformation mapping, as well as the branches of their use, are considered.

Key words: cartography, geoinformation mapping, online maps, 3D and 4D models.

Хахулина Н.Б., канд. техн. наук, доцент

Харитонова Т.Б., канд. техн. наук, доцент

Сапунов М.А., магистр

Воронежский государственный технический университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Проведен комплексный анализ современных технологий сбора геопространственных данных для выполнения инженерных изысканий. Рассматриваются и сравниваются между собой три основных метода: воздушное лазерное сканирование на базе беспилотных летательных аппаратов (БПЛА-лидар), мобильное лазерное сканирование (МЛС) и традиционные тахеометрические/GNSS-съемки. Критериями для сравнительной оценки выступают производительность, точность, плотность данных, уровень автоматизации и применимость для создания различных типов цифровых моделей местности (ЦММ и ЦМР). В результате исследования определены области рационального применения каждой технологии. Традиционные методы сохраняют актуальность для точечного контроля и съемки локальных объектов, но непригодны для сплошного покрытия больших площадей. Доказано, что синергетический подход, объединяющий преимущества БПЛА-лидара для съемки обширных территорий и МЛС для детализации инфраструктуры, является наиболее эффективным для формирования высокоточной ЦММ, отвечающей требованиям современного информационного проектирования (BIM).

Ключевые слова: цифровой модели местности (ЦММ), воздушное лазерное сканирование (ВЛС), БПЛА, мобильное лазерное сканирование (МЛС).

Развитие транспортной инфраструктуры является ключевым фактором экономического роста и социального благополучия любого региона. Автомобильные дороги выступают основой этой системы, связывая населенные пункты, производственные и логистические центры. Однако традиционные подходы к проектированию и строительству автомобильных дорог всё чаще сталкиваются с вызовами, такими как необходимость обеспечения повышенной долговечности и безопасности дорожного полотна в условиях роста интенсивности и нагрузок транспортных потоков, минимизации сроков строительства и оптимизации бюджетных расходов. В этой связи совершенствование технологий на всех этапах жизненного цикла автомобильной дороги — от изысканий до ввода в эксплуатацию — становится не просто желательным, а объективной необходимостью [1, 2].

Несмотря на наличие значительного количества исследований в области дорожного строительства, наблюдается фрагментарность в применении современных цифровых технологий, зачастую они используются точечно, не формируя сквозной цифровой систематизированный процесс. Это приводит к возникновению «информационных разрывов» между этапами проекта, ошибкам в проектной документации, неэффективному управлению ресурсами на стройплощадке и, как следствие, к удорожанию и снижению качества проекта. Отсутствие единого информационного пространства не позволяет в полной мере реализовать принципы устойчивого развития, включая точный учет объемов земляных работ, мониторинг использования материалов и контроль за воздействием на окружающую среду [3, 4].

Основной задачей данной работы является проведение анализа современных технологий сбора геопространственных данных (БПЛА, мобильное лазерное сканирование, традиционные методы) и оценить их эффективность для выполнения инженерных изысканий с целью создания высокоточной цифровой модели местности [7].

Создание высокоточной и достоверной ЦММ является фундаментальной задачей начального этапа проектирования автомобильных дорог. Традиционные методы топографо-геодезических изысканий, основанные на использовании тахеометров и ГНСС - оборудования, обеспечивают высокую точность, но характеризуются значительной трудоемкостью, большими временными затратами и ограниченной детализацией рельефа на обширных территориях. Современные технологии, такие как ВЛС с БПЛА и МЛС, предлагаю принципиально новые подходы, позволяющие автоматизировать сбор данных и получать детальные пространственные модели. Проведем небольшой сравнительный анализ этих технологий с оценкой их эффективность для задач дорожного проектирования [5, 6].

Воздушное лазерное сканирование с применением БПЛА представляет собой метод дистанционного зондирования, при котором установленный на беспилотную платформу лидар измеряет расстояния до земной поверхности с помощью лазерных импульсов. Ключевым преимуществом является возможность получения плотного облака точек, напрямую отражающего трехмерную структуру местности [8, 9].

Технология позволяет с высокой скоростью (десятки-сотни тысяч точек в секунду) получать массив данных, покрывающий всю площадь изысканий без «пустот», характерных для точечных измерений.

Одним из критически важных преимуществ является способность части импульсов лидара достигать земли даже под растительностью. Это позволяет строить не только цифровую модель поверхности (ЦМР), включающую объекты на ней, но и цифровую модель рельефа (ЦМР), очищенную от растительности, что абсолютно необходимо для проектирования трассы [10].

Современные БПЛА-лидарные системы, оснащенные ГНСС /ИНС блоками и поддерживающие технологию РРК/РТК, обеспечивают плановую и высотную точность на уровне 3-10 см, что удовлетворяет требованиям для рабочих чертежей стадии «Проектная документация». Процесс сбора данных максимально автоматизирован, что минимизирует влияние человеческого фактора.

МЛС — это технология, при которой лазерный сканер устанавливается на наземное движущееся транспортное средство. Так как комплекс включает в себя ИНС и ГНСС -приемник для позиционирования, одометр (датчик пути) для повышения точности в условиях потери ГНСС -сигнала (тоннели, лесные дороги), камеры для получения панорамных снимков он одновременно фиксирует окружающее пространство и свое положение, создавая облако точек вдоль маршрута движения.

МЛС незаменимо для съемки существующих дорог, улиц, мостов и путепроводов. Технология обеспечивает сверхвысокую детализацию вертикальных объектов (откосов, подпорных стенок, фасадов зданий), которая недостижима для воздушных систем [11].

МЛС эффективно в условиях плотной городской застройки и густого леса, где использование БПЛА может быть ограничено нормативными актами или физическими препятствиями. Скорость сбора данных вдоль трассы составляет десятки километров в день, что значительно быстрее традиционных методов.

Для наглядной оценки проведем сравнительный анализ технологий по ключевым для дорожных изысканий параметрам (Таблица 1). В таблице в качестве традиционных рассматриваются наземные технологии сбора геоданных, которые включают в себя различные инструменты и методы для точного измерения и анализа пространственной

информации, в первую очередь это электронный тахеометр и навигационные спутниковые системы.

Электронный тахеометр позволяет измерять углы и расстояния до объектов, обеспечивая высокую точность при геодезических работах. Используется для топографической съемки, маркшейдерии, землеустройства, кадастра и строительного контроля [12].

ГНСС технологии обеспечивают получение данных о местоположении с высокой точностью. Используя сети спутников, такие как ГЛОНАСС, BeiDou, GPS, и другие, ГНСС позволяет проводить съемку в любом месте с минимальными затратами времени [10, 13].

Таблица 1 - Сравнительный анализ технологий сбора данных для создания ЦММ

Критерий	БПЛА-лидар (ВЛС)	МЛС	Традиционные методы
Производительность (площадь/день)	Очень высокая (сотни га)	Высокая (десятки км трассы)	Низкая (ограничена возможностями бригады)
Плотность точек (точек/м ²)	Высокая	Очень высокая	Точечные измерения
Возможность построения ЦМР под лесом	Высокая (ключевое преимущество)	Очень низкая (только вдоль дорог)	Низкая (требует вырубки визирок)
Детализация вертикальных объектов	Средняя	Очень высокая	Высокая (точечно)
Точность	Высокая (3-10 см)	Высокая (1-5 см)	Очень высокая (мм)
Уровень автоматизации	Высокий	Высокий	Средний
Зависимость от рельефа и проходимости	Отсутствует	Высокая (требует проезда)	Высокая

Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы об эффективности технологий для создания ЦММ.

Традиционные методы сохраняют актуальность для точечного контроля и съемки локальных объектов, но непригодны для сплошного покрытия больших площадей.

БПЛА-лидар демонстрирует максимальную эффективность на этапе выбора варианта трассы и проектирования в незастроенной или слабозастроенной местности, особенно при наличии лесных массивов. Его ключевое преимущество — возможность быстрого и точного построения ЦМР на обширных территориях.

Мобильное лазерное сканирование является оптимальным решением для детальных изысканий в рамках существующей дорожной сети, при реконструкции и проектировании развязок, где требуется сверхточная информация о геометрии полотна, откосов и инженерных сооружений.

БПЛА-лидар наиболее эффективен для съемки обширных и труднодоступных территорий, обеспечивая высокую точность (3-10 см) и ключевое преимущество — построение ЦМР под лесом.

Наиболее эффективной является не конкуренция, а синергия технологий. Комплексное применение БПЛА-лидара для съемки общей полосы проектирования и МЛС для детализации ключевых участков и объектов существующей инфраструктуры позволяет создать исчерпывающую, высокоточную и достоверную ЦММ, полностью удовлетворяющую требованиям современного информационного проектирования (BIM). Традиционные методы при этом играют роль верифицирующей и дополняющей технологии для съемки конкретных точек, недоступных для сканирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баринов, В.Н. Эффективные технологии в управлении земельными ресурсами / В. Н. Баринов, Н. И. Трухина, Н. Б. Хахулина // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2020. – Т. 17. – № 1. – С. 49-54. – EDN GBTARZ.
2. Бердиев, Р.М. Анализ современных геодезических технологий, их применение в строительстве / Р. М. Бердиев, М. Б. Реджепов, С. И. Акиньшин // SCIENCE AND EDUCATION: PROBLEMS AND INNOVATIONS : сборник статей V Международной научно-практической конференции, Пенза, 27 июля 2020 года. – Пенза : "Наука и Пропаганда" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2020. – С. 311-314. – EDN CNEXHR.
3. Геодезические работы при строительстве инженерных коммуникаций / Б. А. Попов, А. И. Колосов, Ю. С. Нетребина [и др.]. – Воронеж : Центрально-Черноземное книжное издательство, 2023. – 115 с. – ISBN 978-5-7458-1342-9. – EDN RCRTC.
4. Геодезия в строительстве / Б. А. Попов, М. Б. Реджепов, Ю. С. Нетребина, Я. В. Вобликова. – Воронеж : Центрально-Чернозёмное книжное издательство, 2021. – 152 с. – ISBN 978-5-7458-1324-5. – EDN FTHZJL.
5. Кудрявцева, О.К. Совершенствование методов создания планово-высотного обоснования для проведения инженерно-геодезических изысканий линейных сооружений / О. К. Кудрявцева, И. С. Капля, Н. Б. Хахулина // Студент и наука. – 2021. – № 4(19). – С. 50-55. – EDN GLLYLL.
6. Лазарев, Д.С. Сравнение результатов спутникового и геометрического нивелирования / Д. С. Лазарев, Н. Б. Хахулина // Студент и наука. – 2025. – № 1(32). – С. 70-74. – EDN GCAOZQ.
7. Морковин, В.А. эффективность использования БПЛА в геодезии / В. А. Морковин, Н. Б. Хахулина, В. В. Семешкина // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2024. – № 1(5). – С. 69-73. – EDN QNFMQM.
8. Применение технологии геоинформационного моделирования при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов / М. Б. Реджепов, Б. А. Попов, В. А. Костылев, И. В. Нестеренко // Природообустройство и природопользование геоландшафтов. – 2021. – № 1. – С. 15-21. – EDN EPOPNL.
9. Пузанов, В.В. Особенности проведения и обработки аэрофотосъемки линейных объектов / В. В. Пузанов, К. А. Марчук, Н. Б. Хахулина // Студент и наука. – 2019. – № 3. – С. 47-52. – EDN UEYIKN.
10. Хахулина, Н.Б. Анализ наземных методов проведения инженерно-геодезических изысканий, преимущества и недостатки / Н. Б. Хахулина, Н. И. Трухина, В. И. Рыжкова // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства : Материалы V международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ, Воронеж, 28 апреля 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2023. – С. 232-236. – EDN EIEOFO.
11. Хахулина, Н.Б. Возможности технологий лазерного сканирования для получения геопространственных данных / Н. Б. Хахулина, И. В. Нестеренко // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2018. – № 1(6). – С. 141-149. – EDN VLYHYA.
12. Хахулина, Н.Б. Методы сбора геопространственных данных по линейным объектам / Н. Б. Хахулина, Т. Б. Харитонова, К. А. Марчук // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства : материалы II международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ, Воронеж, 30 апреля 2020 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2020. – С. 282-290. – EDN MMRDQS.

13. Хахулина, Н.Б. Перспективы использования современных технологий для получения геопространственных данных / Н. Б. Хахулина, В. А. Костылев // Теория и практика инновационных технологий в АПК : материалы национальной научно-практической конференции, Воронеж, 01 апреля – 31 2025 года. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I, 2025. – С. 174-179. – EDN FIXWKU.

Khakhulina N.B., Candidate of Technical Sciences, Docent

Kharitonova T.B., Candidate of Technical Sciences, Docent

Sapunov M.A., Muster student

Voronezh State Technical University

IMPROVING THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF HIGHWAYS USING MODERN TECHNOLOGIES

The article provides a comprehensive analysis of modern technologies for collecting geospatial data for performing engineering surveys. Three main methods are considered and compared among themselves: aerial laser scanning based on unmanned aerial vehicles (lidar UAVs), mobile laser scanning (MLS) and traditional total station/GNSS surveys. The criteria for comparative evaluation are performance, accuracy, data density, automation level, and applicability for creating various types of digital terrain models (DMM and DEM). As a result of the research, the areas of rational application of each technology have been identified. Traditional methods remain relevant for point control and shooting of local objects, but are unsuitable for continuous coverage of large areas. It has been proven that a synergistic approach combining the advantages of lidar UAVs for surveying vast territories and MLS for infrastructure detailing is the most effective for creating a high-precision DMM that meets the requirements of modern information design (BIM).

Key words: digital terrain models (DMM), airborne laser scanning (VLS), UAV, mobile laser scanning (MLS).

Хахулина Н.Б., канд. техн. наук, доцент

Харитонова Т.Б., канд. техн. наук, доцент

Василенко С.В., магистр

Воронежский государственный технический университет

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРЕ СБОРА И ОБРАБОТКИ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ

Проведен комплексный анализ современных технологий и методов сбора и обработки геопространственной информации. Рассматриваются современные тенденции развития технологий, включая дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) с использованием воздушных и космических платформ, глобальные спутниковые навигационные системы (ГНСС), технологии БПЛА, мобильное сканирование и геоинформационные системы (ГИС). Особое внимание уделяется сравнительным преимуществам и недостаткам каждого метода в контексте точности, производительности, стоимости и области применения. Статья подчеркивает тенденцию к интеграции различных технологий и использованию облачных вычислений и искусственного интеллекта для автоматизации обработки данных. Результаты анализа позволяют определить наиболее эффективные технологические системы для решения прикладных задач в геодезии, картографии, кадастре, мониторинге окружающей среды и управлении территориями.

Ключевые слова: геопространственная информация, ДЗЗ, БПЛА, ГИС, ГНСС, лидар, фотограмметрия, данные ДЗЗ.

Мы живем в эпоху «пространственного интеллекта», когда способность видеть, анализировать и понимать закономерности в географически привязанных данных определяет эффективность бизнеса, государственного управления и научных исследований.

Сегодня геопространственные данные пронизывают большинство сфер нашей жизни: навигационные приложения определяют оптимальный маршрут, «умное земледелие» с использованием геодатчиков и с помощью дронов управляет значительно эффективнее [1, 2], а городские службы в режиме реального времени управляют транспортными потоками. Этот прорыв стал возможен благодаря стремительной и синхронной революции в двух ключевых направлениях, сборе и обработке геопространственной информации.

Технологии сбора эволюционировали от единичных наземных измерений к массовому, непрерывному и многоуровневому потоку данных. Спутники дистанционного зондирования Земли, беспилотные летательные аппараты (БПЛА), мобильные сенсоры и устройства Интернета вещей (IoT), а также добровольные географические данные (VGI) от пользователей — все это формирует богатейшую мозаику цифрового отражения нашей планеты [3, 4].

Однако лавинообразный рост объемов данных — лишь одна сторона медали, вторая, не менее важная, — это развитие технологий обработки [5, 6]. Мощные геоинформационные системы (ГИС) перешли с рабочих станций в облака, алгоритмы машинного обучения и искусственного интеллекта научились автоматически детектировать объекты и выявлять аномалии на спутниковых снимках, а технологии больших данных (Big Data) позволяют анализировать терабайты пространственной информации в приемлемые сроки [7].

Цель данной обзорной статьи — систематизировать и проанализировать ключевые технологические тренды в сфере сбора и обработки геопространственной информации. В работе будут рассмотрены современные методы дистанционного зондирования, оценены возможности платформ для анализа геоданных и исследовано, как интеграция искусственного интеллекта и облачных вычислений открывает новые горизонты для понимания пространственных закономерностей и поддержки принятия решений в условиях неопределенности и быстроменяющегося мира.

Сфера сбора геопространственных данных переживает период революционного развития, что находит активное отражение в научной литературе. Анализ современных публикаций в рецензируемых журналах, материалов международных конференций и монографий позволяет выявить четкий сдвиг от традиционных, локальных методов к высокавтоматизированным, массовым и многоуровневым технологиям. Ключевыми трендами, обсуждаемыми в научном сообществе, являются интеграция разнородных данных, миниатюризация сенсоров, рост роли искусственного интеллекта на этапе первичного сбора и переход к созданию «цифровых двойников» объектов в режиме, близком к реальному времени [8, 9].

1. Спутниковое ДЗЗ представляет собой фундаментальный метод получения геопространственных данных в планетарном масштабе. Его научная и прикладная ценность определяется возможностью многократного, обширного и периодического наблюдения за поверхностью Земли. Современные методы анализируются по трем основным группам, тип регистрируемого сигнала (оптический, радиолокационный), пространственно-временное разрешение и спектральные характеристики (Таблица 1).

Таблица 1 - Параметры оптических методов

Пространственное разрешение		
Низкое (>100 м)	Среднее (10-100 м)	Высокое (1-10 м) и сверхвысокое (<1 м)
Спектральное разрешение		
Панхроматические (чёрно-белые) снимки получают при съёмке во всём видимом диапазоне спектра.	Мультиспектральная съемка Регистрация в нескольких дискретных каналах (видимый, ближний, средний ИК-диапазоны)	Гиперспектральная съемка Регистрация в сотнях узких смежных каналах
Временное разрешение		
Определяется периодичностью пролета спутника над одной и той же точкой. Низкое разрешение часто компенсируется высоким временным		

Принцип оптических методов заключается в регистрация отраженного солнечного или собственного теплового излучения Земли в различных участках электромагнитного спектра, так как в этом методе нет исходящих волн, его называют пассивным.

Общим недостатком оптических методов является ограничение видимости из-за погодных условий и времени суток (ночью невозможна съемка в видимом диапазоне без искусственной подсветки) [10].

Радиолокационные или активные методы космической съемки работают на принципе генерации и излучения спутником собственного электромагнитного импульса-сигнала и его приема, отраженного от поверхности (Таблица 2).

Для радиолокационного метода можно выделить такие преимущества, как всепогодность (волны проходят сквозь облака, дождь, дым); круглосуточность получаемых данных (независимость от солнечного освещения); высокая точность измерений

(миллиметры, сантиметры); способность проникать сквозь различные среды земной поверхности (снег, лед, грунт).

Таблица 2 - Параметры радиолокационных методов

Параметр	Описание
Радиолокационное сечение	Измеряет способность поверхности отражать радиоволны. Позволяет различать типы поверхности (вода, лес, городская застройка) независимо от освещения и погоды
Поляриметрия	Обработка снимков, сделанных одновременно в нескольких поляризационных каналах. Возможность классификации объектов на снимке по физическому типу отражения
Интерферометрия	Метод обработки данных радиолокации, основанный на выделении разности фаз сигналов, отраженных разными участками местности. Он позволяет вычислить путь, пройденный радиоволнами до поверхности земли и получить высокоточную информацию как об абсолютных высотах местности, так и о смещениях поверхности.

Научный анализ показывает, что оптические и радиолокационные методы не являются конкурентами, а взаимно дополняют друг друга, формируя целостную картину. Таким образом, развитие спутниковых методов ДЗЗ движется в сторону создания комплексных сенсорных систем, способных решать многопараметрические научные и прикладные задачи [4-7].

2. БПЛА и аэрофотосъемка

БПЛА как технология заполняет разрыв между наземной съемкой и спутниковой съемкой, обеспечивая получение геопространственных данных с дополнительными возможностями.

Классифицировать дроны можно по разным характеристикам, весу, дальности полета, конструкционным особенностям и т.д. и в разных странах это делается по разному. Сведем в таблицу 3 дроны, имеющиеся на рынке для решения профессиональных задач по основным характеристикам. По конструкционным особенностям помимо самолетного и мультироторного типов обретают все большую популярность БПЛА VTOL (Vertical Take-Off and Landing) — технология им взлетать и садиться вертикально, как вертолёты, без необходимости в длинной взлётно-посадочной полосе (Таблица 3).

Возможности дронов в профессиональной геодезии и кадастре определяются в первую очередь навесами, полезной нагрузкой, которую могут позволить себе поднять. В качестве навесов могут быть цифровые RGB камеры, мульти и гиперспектральные камеры, лидары, тепловизоры, радары [8-12].

Фотограмметрическая съемка с RGB-камерой позволяет получать ортофотопланы, 3D-модели (цифровые модели рельефа - ЦМР и поверхности - ЦММ), облака точек. Точность при использовании RTK/PPK может достигать 1-5 см в плане и по высоте.

Применение мультиспектральной и гиперспектральной камеры позволяет решать более сложные задачи, например по выявлению загрязнений окружающей среды, болезней и засилию вредителей растительности, получению вегетационных индексов и др.

В результате лазерного сканирования или лидара получают высокоточные, плотные облака точек. Лучи лазерного сканера проникают сквозь листву, позволяя строить цифровые модели рельефа под растительностью. Лазерное сканирование обладает рядом преимуществ, в первую очередь точностью, независимостью от освещения, детальностью данных и вариативностью представления данных (облако точек, цифровая модель, создание планов и карт).

Таблица 3 - Классификация БПЛА

Характеристика	Микрокласс (Mavic/Phantom)	Индустриальный класс (Matrice/eBee)	Тяжелый класс (ZALA/Орион)
Вес	< 2 кг	2 - 25 кг	> 25 кг
Дальность/Пло- щадь	До 1-2 км ²	До 5-10 км ² за по- лет	Сотни км ² за день
Продолжитель- ность	20-45 мин	45-90 мин	10-20+ часов
Тип	Мультиротор	Мультиротор, Самолет, VTOL	Самолет, VTOL
Основные дат- чики	RGB, мульти- спектр, теплови- зор	RGB, мульти- спектр, теплови- зор, лидар	Крупные лидары, гиперспектр, РЛС
Точность	Высокая (с RTK)	Очень высокая (с RTK/PPK)	Очень высокая
Основное приме- нение	Съемка неболь- ших объектов и территорий	Профессиональ- ная геодезия, картография, сельское хозяй- ство	Профессиональная геодезия, картогра- фия, сельское хозяй- ство

Тепловизионная съемка необходима для обследования зданий на энергоэффективность, мониторинг солнечных электростанций, поиск утечек в трубопроводах, поисково-спасательных операций.

Радиолокационная съемка независима от погоды и времени суток (радар "видит" сквозь облака и дождь), в связи с чем находит широкое применение в условиях постоянной облачности или тумана.

Тренды в развитии современных БПЛА для сбора геоданных показывают, что развитие идет в сторону миниатюризации устройств, а также использование искусственного интеллекта для анализа данных в реальном времени (например, автоматическое обнаружение объектов или аномалий прямо во время полета)

3. Мобильные съемочные системы и Интернет вещей (IoT)

Мобильные системы обеспечивают сбор высокоточных ориентирующих данных и снимков, а IoT — постоянный мониторинг окружающей среды и инфраструктуры.

В Интернет вещей (IoT) входит широкий спектр датчиков, каждый из которых предназначен для сбора определенных видов данных о состоянии окружающей среды, объектах и инфраструктуре.

Наиболее популярные типы датчиков:

- Датчики температуры и влажности
- Датчики давления

- Датчики движения и присутствия
- Мультифункциональные датчики (гибридные, включающие измерение температуры, влажность, движение, свет и др.)
- Датчики освещенности
- Датчики качества воздуха и загрязнений
- Датчики уровня воды и уровнемеры
- Геолокационные датчики (GPS)
- Датчики вибрации и ударов
- Датчики радиации

В совокупности они позволяют получать динамичное и масштабируемое представление о геопространственной ситуации, что важно для градостроительства, землепользования, экологического контроля, аварийных служб и других областей.

4. Наземные технологии сбора геопространственных данных

Наземные технологии сбора геоданных включают в себя различные инструменты и методы для точного измерения и анализа пространственной информации.

Электронный тахеометр позволяет измерять углы и расстояния до объектов, обеспечивая высокую точность при геодезических работах. Используется для топографической съемки, маркшейдерии, землеустройства, кадастра и строительного контроля.

ГНСС технологии обеспечивают получение данных о местоположении с высокой точностью. Используя сети спутников, такие как ГЛОНАСС, BeiDou, GPS, и другие, ГНСС позволяет проводить съемку в любом месте с минимальными затратами времени.

Георадар, использует радиоволны для сбора геопространственной информации об объектах под землей. Георадар отправляет короткие импульсы радиоволн в грунт, когда они встречают границу между различными материалами (например, между почвой и камнем или между водой и воздухом), часть сигналов отражается назад к прибору. Время, за которое волны возвращаются, позволяет определить глубину залегания объектов. Собранные сигналы обрабатываются с помощью специального программного обеспечения, которое создает изображения и графики, показывающие структуру и особенности подземных объектов [13].

Эти технологии широко применяются в различных областях, включая геодезию, строительство, экологический мониторинг и управление природными ресурсами.

Несмотря на рост дистанционных методов, наземные технологии остаются критически важными для получения точных данных и работы в сложных условиях [14].

Классические геодезические методы сбора геоданных такие как электронные тахеометры и ГНСС технологии остаются незаменимыми для получения точной информации на локальных территориях.

Анализ научной литературы позволяет сформулировать следующие ключевые выводы:

- Наиболее перспективные исследования лежат на стыке разнообразных технологий и методов сбора геопространственных данных.

Появляется все больше работ, посвященных использованию алгоритмов машинного обучения для планирования сбора и оптимизации потоков данных в реальном времени (например, адаптивное изменение разрешения или области съемки на основе предварительного анализа).

Наблюдается четкий тренд в сторону создания систем мониторинга в режиме, близком к реальному времени, что особенно актуально для задач раннего предупреждения катастроф и управления критической инфраструктурой [8-11].

Таким образом, научное сообщество демонстрирует переход от рассмотрения технологий сбора как изолированных инструментов к их восприятию как частей единой, сложной и быстроразвивающейся геосистемы генерации пространственной информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баринов, В.Н. Эффективные технологии в управлении земельными ресурсами / В. Н. Баринов, Н. И. Трухина, Н. Б. Хахулина // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2020. – Т. 17, № 1. – С. 49-54. – EDN GBTARZ.
2. Бирюкова, Т.В. Геопространственные данные объектов культурного наследия в региональной геоинформационной системе Воронежской области / Т. В. Бирюкова, М. Б. Реджепов, В. В. Шумейко // Природообустройство и природопользование геоландшафтов. – 2023. – № 3. – С. 33-37. – EDN FZETMH.
3. Гостева А.А. Возможности тепловых космических снимков при анализе городской территории / Гостева А.А., Матузко А.К., Якубайлик О.Э. // Обработка пространственных данных в задачах мониторинга природных и антропогенных процессов (SDM-2023) : сборник трудов всероссийской конференции с международным участием, Бердск, 22–25 августа 2023 года. – Новосибирск : Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий", 2023. – С. 231-236.
4. Малышкин, Т.Е. Новые аспекты применения данных ДЗЗ для решения задач сейсморайонирования / Т. Е. Малышкин, Н. А. Гордеев // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли : материалы XI Международной научной конференции, Красноярск, 10–13 сентября 2024 года. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2024. – С. 138-141. – EDN ORULDB.
5. Михальченко, В.Ю. Использование данных ДЗЗ при оценке земель сельскохозяйственного назначения / В. Ю. Михальченко // Динамика взаимоотношений различных областей науки в современных условиях : сборник статей международной научно-практической конференции, Уфа, 13 ноября 2017 года. Том Часть 2. – Уфа : Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2017. – С. 230-233. – EDN ZUSWRH.
6. Морковин, В.А. эффективность использования БПЛА в геодезии / В. А. Морковин, Н. Б. Хахулина, В. В. Семешкина // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2024. – № 1(5). – С. 69-73. – EDN QNFMQM.
7. Попов Б.А. Функциональное зонирование физических границ города по материалам дистанционного зондирования / Попов Б.А., Хахулина Н.Б., Драпалюк Н.А. // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2022. - №2 (21). - С. 82-95.
8. Применение беспилотных летательных аппаратов (БЛА) и глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) в исследованиях опасных природных процессов / С. А. Сократов, А. А. Сучилин, Л. А. Ушакова [и др.] // Наука в вузовском музее : материалы ежегодной Всероссийской научной конференции с международным участием, Москва, 23–25 ноября 2021 года. – Москва : ООО "МАКС Пресс", 2021. – С. 178-181. – EDN DEWAME.
9. Применение технологии геоинформационного моделирования при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов / М. Б. Реджепов, Б. А. Попов, В. А. Коствылев, И. В. Нестеренко // Природообустройство и природопользование геоландшафтов. – 2021. – № 1. – С. 15-21. – EDN EPOPNL.
10. Реджепов, М.Б. Исследование и совершенствование методов сбора и обработки геопространственной информации для изыскания линейных сооружений / М. Б. Реджепов, К. С. Гордеева // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства : Материалы I международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ, Воронеж, 30 апреля 2019 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 278-286. – EDN XBJRPR.

11. Рыжкова, В.И. анализ современных методов дистанционного зондирования / В. И. Рыжкова, Н. Б. Хахулина, Б. А. Попов // Природообустройство и природопользование геоландшафтов. – 2022. – № 2. – С. 26-30. – EDN RODOLJ.
12. Современные методы интеллектуальной обработки данных ДЗЗ / Н. С. Абрамов, Д. А. Макаров, А. А. Талалаев, В. П. Фраленко // Программные системы: теория и приложения. – 2018. – Т. 9, № 4(39). – С. 417-442. – DOI 10.25209/2079-3316-2018-9-4-417-442. – EDN PVXFEF.
13. Хахулина, Н.Б. Анализ наземных методов проведения инженерно-геодезических изысканий, преимущества и недостатки / Н. Б. Хахулина, Н. И. Трухина, В. И. Рыжкова // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства : материалы V международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ, Воронеж, 28 апреля 2023 года. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2023. – С. 232-236. – EDN EIEOFO.
14. Хахулина, Н.Б. Применение современных геодезических технологий при изучении археологического памятника (на примере объекта культурного наследия городище Михайловский кордон) / Н. Б. Хахулина, Л. И. Маслихова, Б. А. Попов // Аграрная история. – 2023. – № 15. – С. 56-66. – DOI 10.52270/27132447_2023_15_56. – EDN MKJBTY.

Khakhlina N.B., Candidate of Technical Sciences, Docent

Kharitonova T.B., Candidate of Technical Sciences, Docent

Vasilenko S.V., Muster student

Voronezh State Technical University

ANALYSIS OF TECHNOLOGIES FOR COLLECTING AND PROCESSING GEOGRAPHIC INFORMATION

The article provides a comprehensive analysis of modern technologies and methods for collecting and processing geospatial information. It examines current trends in technology development, including remote sensing of the Earth (RSDE) using airborne and space platforms, global satellite navigation systems (GNSS), UAV technologies, mobile scanning, and geographic information systems (GIS). The article focuses on the comparative advantages and disadvantages of each method in terms of accuracy, performance, cost, and application scope. It highlights the trend towards integrating various technologies and utilizing cloud computing and artificial intelligence for automating data processing. The analysis results allow us to determine the most effective technological systems for solving applied problems in geodesy, cartography, cadastre, environmental monitoring, and territory management.

Key words: geospatial information, remote sensing, UAVs, GIS, GNSS, lidar, photogrammetry, and remote sensing data.

Реджепов М.Б., канд. сельхоз. наук, доцент

Харченко А.В., магистр

Воронежский государственный технический университет

Радцевич Г.А., канд. сельхоз. наук

Воронежский экономико-правовой институт

ПРОБЛЕМА СМЕЩЕНИЯ РУДНЫХ КОНТУРОВ И ЭВОЛЮЦИЯ МЕТОДОВ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ НА КАРЬЕРАХ

Эффективность и рентабельность открытой разработки месторождений полезных ископаемых в значительной степени определяются точностью оперативного контроля за положением рудных тел. Ключевым фактором, приводящим к существенным экономическим потерям, является смещение контуров полезного ископаемого в результате массовых взрывов. Непредсказуемый характер этого процесса сводит на нет эффективность прогнозных моделей, что исторически стимулировало поиск методов прямого инструментального контроля. В статье рассматривается экономическая сущность проблемы, анализируются ранние, ограниченно применяемые методы мониторинга и их системные недостатки, обусловившие необходимость разработки принципиально новых технологических решений.

Ключевые слова: смещение рудных контуров, буровзрывные работы, разубоживание, потери руды, инструментальный контроль, контрастные маркеры, гибкие пластины, магнитометрия.

Одной из наиболее значимых технологических проблем, стоящих перед горнодобывающей отраслью, является смещение рудных контуров в процессе буровзрывных работ (БВР) на карьерах [1, 2, 3]. Массовые взрывы, являясь основным способом подготовки горной массы к выемке, не только дробят породу, но и вызывают значительное, зачастую непредсказуемое перемещение всего взорванного объема. В результате границы рудных блоков, определенные в горно-геологической модели до взрыва, оказываются смещеными относительно своего первоначального положения. Неучет этого явления приводит к двум фундаментальным и взаимосвязанным проблемам: прямым потерям товарной руды и ее разубоживанию [4, 5].

Под потерями понимается безвозвратное попадание полезного ископаемого в породные отвалы или в забалансовые зоны. Разубоживание — это процесс снижения содержания полезного компонента в отбитой горной массе из-за примешивания пустых пород. Совокупное негативное влияние этих факторов выражается в прямых финансовых убытках вследствие недополучения товарного продукта, снижения его качества на обогатительной фабрике, повышения себестоимости переработки и нерационального использования запасов месторождения [6, 7].

Наглядным подтверждением сложного и стохастического характера смещения горной массы, на которое влияет совокупность геологических особенностей массива, параметров БВР и граничных условий, служат результаты опытно-промышленных испытаний на Куранахском месторождении. В рамках эксперимента для прогнозирования смещения рудного контура №325 была применена детальная баллистическая модель, учитывающая сетку скважин, удельный расход ВВ, высоту уступа и другие параметры взрыва. Расчеты показали ожидаемое разнонаправленное смещение контура в зависимости от ряда скважин: от 3,26 до 5,59 метров. Однако последующее натурное опробование взорванного

развала с шагом 3 метра, методом отбора и анализа горстовых проб, зафиксировало принципиально иную картину — единое смещение всего исследуемого контура на величину 6 метров (Рис. 1). Данное расхождение наглядно демонстрирует, что даже при детальном учёте технологических параметров существующие прогнозные модели не в состоянии адекватно описать реальную кинематику массива из-за невозможности математически формализовать всю совокупность переменных факторов. Данный эксперимент наглядно демонстрирует необходимость выполнения не прогнозирования, а прямого инструментального контроля положения контуров после взрыва [8].

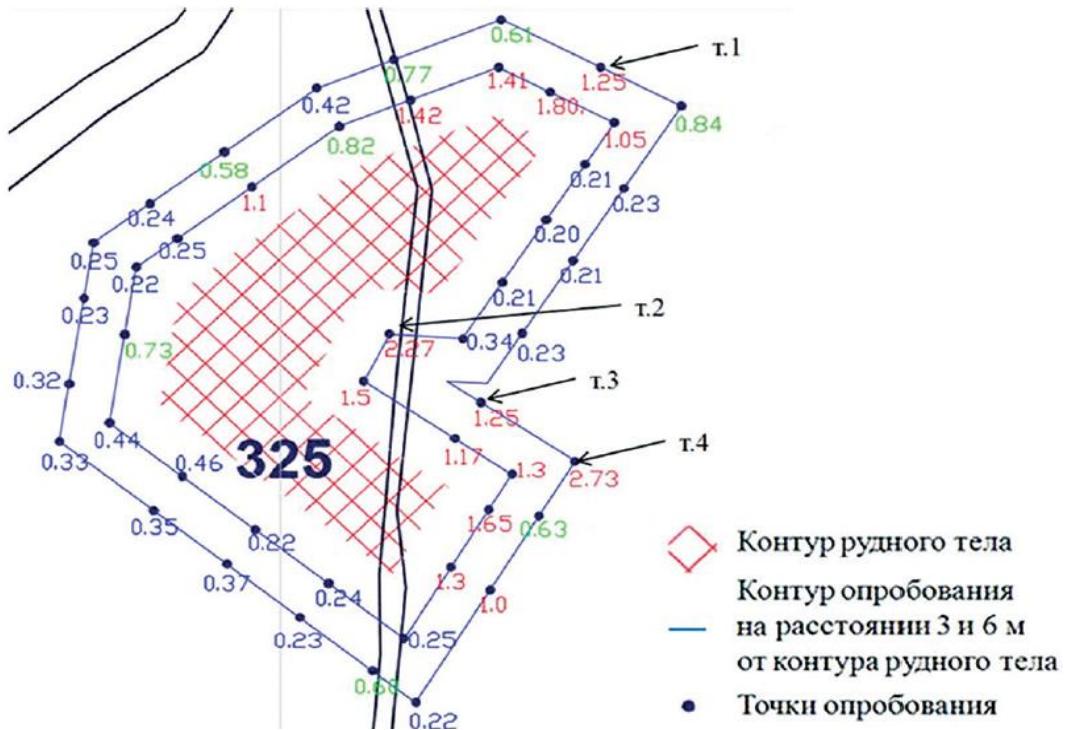


Рис. 1. Результаты опробования контура № 325, наглядно иллюстрирующие его смещение на 6 м после взрыва

В научной и отраслевой литературе предлагался ряд методов инструментального контроля, направленных на визуализацию или отслеживание положения рудных контуров после взрыва. Многие из этих разработок носили локальный характер и не получили широкого тиражирования [9-13].

Метод контрастных маркеров был предложен для визуального выделения зон распространения полезного ископаемого в развале. Его сущность заключалась в создании цветовых ориентиров путем размещения в специальных оконтуривающих скважинах маркирующих элементов (катриджей с красящим веществом или песком контрастного цвета) либо применения взрывчатых веществ, выделяющих при детонации цветной дым или сажу. Теоретически после взрыва на поверхности развала должны были формироваться четко идентифицируемые окрашенные зоны, соответствующие положению руды. Однако метод обладал фундаментальными недостатками: крайне низкой управляемостью процесса окрашивания, приводящей к формированию размытых, пятнистых областей; сильной зависимостью от погодных условий (осадки легко смывали краситель); предоставлением лишь качественной, но не количественной информации о смещении [14].

В противовес визуальным методам был предложен метод гибких пластин, отличавшийся в первую очередь экономической доступностью, что делало его практической альтернативой для отслеживания перемещения ключевых точек массива. В специально пробуренные скважины на заданную глубину опускались легкие, но износостойкие гибкие полосы (например, из отработанной конвейерной ленты) с системой визуальной идентификации, к примеру с разными вариациями длины, ширины, окраски, пробивка отверстий. После взрыва и в процессе выемки экскаваторщик осуществлял визуальный поиск этих маркеров, а маркшейдер фиксировал их новые координаты для расчета вектора смещения. Теоретическими преимуществами были простота и низкая стоимость материалов. Однако практическая реализация выявила серьезные недостатки: чрезвычайно высокую трудоемкость изготовления, кодирования и установки маркеров; систематические остановки экскавации для проведения съемок; высокий риск потери или повреждения маркера после взрыва; сильную зависимость от человеческого фактора и предоставление лишь точечной информации [15].

Параллельно разрабатывались и геофизические подходы, в частности, метод магнитометрии. Его суть заключалась в отслеживании перемещения специальных магнитных маркеров, размещаемых в массиве до взрыва. После взрыва производилась пешая магнитометрическая съемка всей площади блока с помощью высокочувствительного цезиевого градиометра для выявления магнитных аномалий, соответствующих новому расположению маркеров. Несмотря на технологическую продвинутость, метод обладал критическими ограничениями: чрезвычайно высокой трудоемкостью и низкой оперативностью пешей съемки; низкой безопасностью персонала, длительно находящегося в зоне нестабилизированного развода; сильной зависимостью от магнитных помех (геомагнитного фона пород), который мог «забыть» сигнал от маркеров; ограниченной точностью позиционирования [18].

Перечисленные недостатки — низкая управляемость, высокая трудоемкость, зависимость от внешних условий и невозможность получения количественных данных о смещении — не позволили рассмотренным методам получить широкое промышленное распространение, ограничив их применение локальными экспериментами [16, 17].

Качественным прорывом в решении проблемы мониторинга смещений стало появление систем электронного мониторинга на активных маркерах, первой из которых была система Blast Movement Monitor (BMM). Данная технология смогла комплексно удовлетворить ключевым требованиям современного горного производства: универсальности, высокой точности измерений, оперативности и безопасности.

Принцип работы системы электронного мониторинга, сохраняя общую логику предшественников установки маркеров до взрыва и их последующего поиска, кардинально отличается использованием активных электронных датчиков. Технологическая цепочка (Рис. 2) представляет собой строгую последовательность операций: активация и опускание датчиков в специальные скважины; проведение взрывных работ, в результате которых маркеры перемещаются вместе с массивом; поиск перемещенных датчиков в развале; объединение данных БВР и геологии с координатами найденных маркеров; определение смещенных контуров и, наконец, селективная добыча по скорректированным контурам. Эти герметичные ударопрочные устройства, будучи точно привязанными геодезически до взрыва, после него обнаруживаются с помощью портативных детекторов. Сопоставление их исходных и конечных координат позволяет рассчитать трехмерные векторы смещения и построить точную скорректированную модель рудного тела. Эффективность методики подтвердилась ее успешным внедрением на горнодобывающих предприятиях по всему миру, включая Россию, где она продемонстрировала значительный экономический эффект за счет снижения потерь и разубоживания руды [1, 2, 3].



Рис. 2. Технологический цикл системы мониторинга смещений ВММ

В условиях импортозамещения отечественной промышленностью была разработана аналогичная система «Метка-ВГ», использующая тот же физический принцип низкочастотной радиопередачи для обнаружения меточных шаров в дисперсной среде взорванной горной массы [8].

Однако, несмотря на высокую технологичность, даже современные электронные системы мониторинга имеют фундаментальный операционный недостаток. Ключевой проблемой остается финальная стадия — ручной поиск датчиков в развале. Взрывная волна способна перемещать маркеры непредсказуемым образом, случайным образом распределяя их по площади взорванного блока. Зафиксированы случаи, когда отдельные датчики отбрасывались на расстояние до 20-24 метров от точки установки. В связи с этим операторам приходится проводить сплошное пешее обследование всей территории развода с портативным детектором, что составляет основную долю временных затрат во всем цикле мониторинга. Этот процесс не только создает «узкое место» в технологической цепочке, приводящее к простоям горной техники, но и подвергает персонал длительному пребыванию в опасной зоне нестабилизированного отвала, где сохраняются риски обрушения породы [4].

Перспективным направлением для преодоления указанных ограничений является интеграция беспилотных авиационных систем (БПЛА) в технологический цикл поиска датчиков. Это позволяет создать принципиально новую, гибридную методику мониторинга смещений, сочетающую преимущества электронных маркеров с эффективностью дистанционного зондирования.

Реализация данной методики требует создания специализированного аппаратного комплекса на базе мультироторного БПЛА, состав которого представлен на рисунке 3.

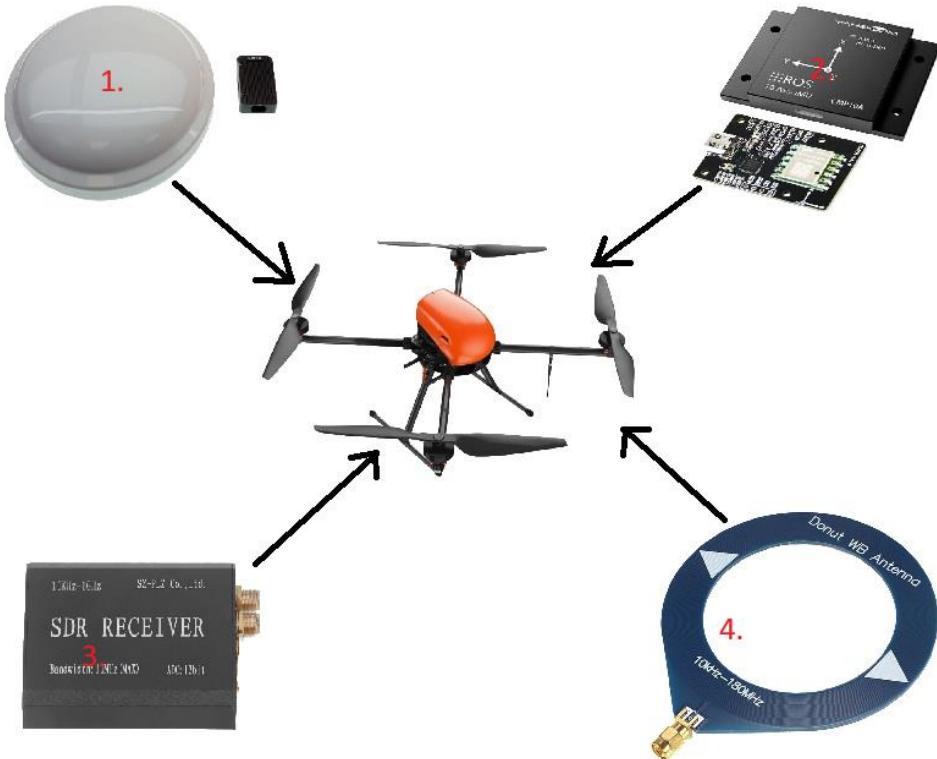


Рис. 3. Схема аппаратного комплекса БПЛА для гибридного мониторинга:
 1 - Высокоточный GNSS-приемник, 2 - Инерциальный измерительный блок (IMU), 3 - SDR-приемник, 4 - Низкочастотная рамочная антенна (100-180 кГц)

Как показано на рисунке 3, в основе комплекса лежит мультироторная платформа, оснащенная четырьмя ключевыми компонентами: высокоточный GNSS-приемник (1) для сантиметровой геопривязки измерений; инерциальный измерительный блок (IMU) (2) для стабилизации и навигации; SDR-приемник (3) для обработки сигналов; низкочастотная рамочная антенна (4) (100-180 кГц) для детектирования сигналов меточных шаров.

Основная идея метода заключается в замене трудоемкого пешего обследования на двухэтапную процедуру. На первом этапе мультироторный БПЛА, оснащенный специализированным низкочастотным приемником и высокоточным GNSS-оборудованием, выполняет аэорадиометрическое сканирование поверхности развода. Регистрируя интенсивность электромагнитного излучения от активированных датчиков системы «Метка-ВГ» и синхронизируя эти данные с координатами, аппарат за 20-30 минут собирает массив информации, покрывающий всю площадь взорванного блока.

Полученные данные подвергаются автоматизированной обработке с использованием алгоритмов геостатистической интерполяции и спектрального анализа. Результатом является построение тепловой карты распределения мощности сигнала и автоматическое выделение целевых аномалий — компактных зон диаметром 3-5 метров, с высокой вероятностью содержащих меточные шары [19].

На втором этапе наземная бригада проводит точечную верификацию, направляясь не на весь развал, а точно в заранее определенные координационные зоны. Это сокращает время пребывания персонала в опасной зоне с нескольких часов до 30-40 минут и минимизирует влияние человеческого фактора [4, 5].

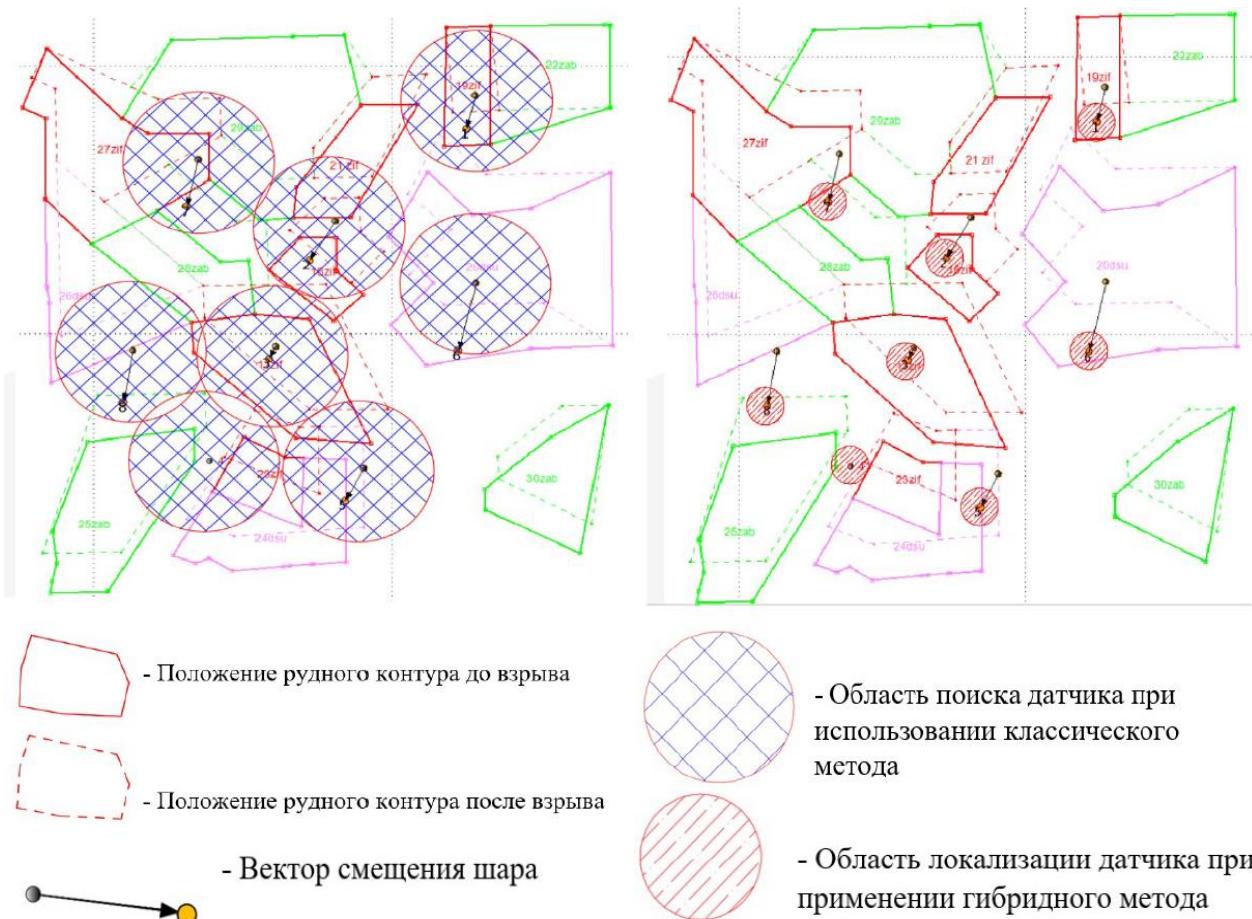


Рис. 4. Схемы зон поиска датчиков: слева при традиционной методике; справа при гибридной методике с применением БПЛА, точечная верификация

Как видно из Рис. 4, при традиционном методе оператор вынужден обследовать обширную территорию, где радиус поиска каждого датчика от его исходного положения может достигать 20 и более метров. В то же время гибридный подход, благодаря данным аэrorадиометрического зонирования, сводит поиск к обследованию компактных локализованных зон диаметром всего 3-5 метров, что кардинально снижает трудозатраты и риски.

Последующие операции - точная геодезическая привязка, расчет векторов смещения и коррекция горно-геологической модели - выполняются по отработанной методике электронного мониторинга [20].

Таким образом, гибридная методика не отменяет, а оптимизирует существующую технологию, перенося наиболее трудоемкую и опасную часть работ в автоматизированный воздушный сегмент. Такой подход позволяет сократить общее время цикла мониторинга в 3-4 раза, значительно повысить безопасность и оперативность контроля, что открывает новые возможности для управления качеством руды в условиях интенсивной добычи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Blast Movement Technologies. BMM® System Manual – Monitoring Procedures. — August 2012.

2. Harris, G.W., Mousset-Jones, P., & Daemen, J.J.K. (2001). Blast movement measurement to control dilution in surface mines. *CIM Bulletin*, 52-55.
3. Thornton, D. The Implications of Blast-Induced Movement to Grade Control / D. Thornton // Seventh International Mining Geology Conference, Perth, WA, 17 - 19 August 2009.
4. Аленичев, И.А. Исследование эмпирических закономерностей сброса горной массы взрывом на свободную поверхность уступа карьера / Аленичев И.А., Рахманов Р.А. // Записки Горного института. - 2021. - Т. 249. - С. 334-341. DOI: 10.31897/PMI.2021.3.2
5. Бабаев, С.Н. Технология мониторинга открытых горных работ с применением беспилотного летательного аппарата // Интерэкско Гео-Сибирь. – 2013. – Т. 1. Вып. 3. – С. 151-154.
6. Барбасов, В. К. Применение малых беспилотных летательных аппаратов для съемки местности и подготовки геоинформационного контента в чрезвычайных ситуациях / В. К. Барбасов, П. Р. Руднев, П. Ю. Орлов, А. В. Гречищев // Интерэкско ГЕО-Сибирь-2013 : междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия». – Новосибирск : СГГА, 2013. - Т. 2. – С. 158–163.
7. Блищенко, А.А. Использование геодезических приборов на открытых горных работах, тенденция применения беспилотных технологий. // Earth sciences / Colloquium-journal // 14(66) - 2, 2020. - р. 4-6.
8. Геодезия в строительстве / Б. А. Попов, М. Б. Реджепов, Ю. С. Нетребина, Я. В. Вобликова. – Воронеж : Центрально-Чернозёмное книжное издательство, 2021. – 152 с. – ISBN 978-5-7458-1324-5. – EDN FTHZJL.
9. Должиков, В. В. Влияние интервалов замедления на амплитуды волн напряжений при изучении модели взрыва системы скважинных зарядов / Должиков В. В., Рядинский Д. Э., Яковлев А. А. // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2022. — № 6-2. — С. 18—32. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_62_0_18.
10. Применение беспилотных летательных аппаратов при геологоразведочных и поисково-оценочных работах / Иванова Ю.Н., Иванов К.С., Бондарева М.К. Иванов И.Г., Жукове А.О. // Исследование Земли из космоса. – 2021. - № 1. - С.78–88.
11. Ковлеков, И.И. Метод контрастных маркеров для повышения качества руды при совместной отбойке с вмещающими породами / Ковлеков И.И., Тарасов А.С. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – № 11. – С. 401–404.
12. Компьютерное моделирование смещения горной массы и оценка разубоживания руды в результате массового взрыва при открытой разработке месторождений / С.Г. Кабелко, В.А. Дунаев, Е.Б. Яницкий, Р.А. Рахманов // Взрывное дело. - 2018. - N 120-77. - С. 94-108.
13. Некрасов, А.В. Анализ зависимостей смещения горной массы от применяемых параметров буровзрывных работ и геологических характеристик горных пород / . Некрасов А.В., Ческидов В.В., Некрасова А.Ю. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2025. – № 1. – С. 80–99. DOI: 10.25018/0236_1493_2025_1_0_80.
14. Оника. С.Г. Использование беспилотных летательных аппаратов для решения инженерных задач маркшейдерии и геодезии / Оника С.Г., Куликовская О.Е., Атаманенко Ю.Ю. // Горная механика и машиностроение. – 2018. – № 2. – С. 15–21.
15. ООО «Вега-ГАЗ». Система определения смещения рудного тела «Метка-ВГ» [Текст] : презентационные материалы / ООО «Вега-ГАЗ». — 2024.
16. Притуло, А.И. Исследование использования беспилотных летательных аппаратов в геодезии / А. И. Притуло, Т. Б. Харитонова, М. Б. Реджепов // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 2(2). – С. 51-54. – EDN ATJVJG.

17. Приходько, Д. А. Оценка смещения контактов руд и пород в развале взорванной горной массы / Д. А. Приходько, Е. Б. Шевкун // Ученые заметки ТОГУ [Электронный научный журнал]. – 2022. – Т. 13, № 3. – С. 11–16.
18. Рахманов, Р. А. Оценка смещений рудных контуров после взрыва с применением ВММ-системы / Р. А. Рахманов, Д. Лоеб, Н. И. Косухин // Записки Горного института. – 2020. – Т. 245. – С. 547–553. – DOI: 10.31897/РМИ.2020.5.6.
19. Се Ф. Исследование контроля потерь и разубоживания руды на основе мониторинга смещений при взрыве / Се Ф., Хуан Л., Чжан Ш. и др. // Blasting. – 2024. – Т. 41, № 3. – С. 104–110. – DOI: 10.3963/j.issn.1001-487X.2024.03.013.
20. Хохлов С. В., Виноградов Ю. И., Носков А. П., Бахненова А. В. Прогнозирование смещения рудных контуров при формировании развала взорванной горной массы // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 3. – С. 40–56. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_3_0_40.

Redzhepov M.B., Candidate of Agricultural Sciences, Docent

Kharchenko A.V., Master student

Voronezh State Technical University

Radsevich G.A., Candidate of Agricultural Sciences

Voronezh Institute of Economics and Law

THE PROBLEM OF ORE CONTOUR DISPLACEMENT AND THE EVOLUTION OF INSTRUMENTAL CONTROL METHODS IN QUARRY MINES

The efficiency and profitability of open-pit mining are largely determined by the accuracy of operational control over the position of ore bodies. A key factor leading to significant economic losses is the displacement of mineral boundaries as a result of mass blasting. The unpredictable nature of this process negates the effectiveness of predictive models, which has historically stimulated the search for direct instrumental control methods. This article examines the economic essence of the problem, analyzing early, limitedly used monitoring methods and their systemic shortcomings, which necessitate the development of fundamentally new technological solutions.

Key words: ore boundary displacement, drilling and blasting, dilution, ore losses, instrumental control, contrast markers, flexible plates, magnetometry.

Самойлова А.Д., студент

Торосян А.В., студент

Малашенко М.Е., студент

Васильчикова Е.В., старший преподаватель

Воронежский государственный технический университет

КРАСНЫЕ ЛИНИИ ЗАСТРОЙКИ

Рассматривается понятие красных линий застройки как ключевого инструмента градостроительного планирования. Обоснована их роль в регулировании параметров строительства, обеспечении безопасности, сохранении архитектурного единства и защите инженерных коммуникаций. Проанализированы правовые аспекты установления красных линий, их функции и примеры применения в городской среде. Подчеркивается значимость строгого соблюдения красных линий для устойчивого развития и комфортного проживания в городах.

Ключевые слова: красные линии, градостроительство, застройка, инженерные коммуникации, городское планирование, устойчивое планирование, правовые аспекты, защита территорий, регулирование строительства, градостроительный кодекс, проектирование.

Развитие современных городов требует точного регулирования пространственной структуры и организации застроенных территорий. Одним из ключевых инструментов, обеспечивающих упорядоченность градостроительных решений, являются красные линии застройки. Этот термин обозначает границы территорий общего пользования – улиц, дорог площадей и других объектов инфраструктуры – по отношению к застройке прилегающих земельных участков [1-3].

Согласно Градостроительному кодексу Российской Федерации, красные линии определяют границы территорий, в пределах которых запрещается капитальное строительство, за исключением линейных объектов (инженерные сети, дороги и т.д.) [1]. Цель данной статьи – рассмотреть правовые, функциональные и проектные аспекты понятия красных линий, а также их влияние на формирование комфортной городской среды.

1. Понятие и правовые основы красных линий застройки.

Термин красные линии используется в градостроительной документации для обозначения границ, отделяющих территории общего пользования от частных или иных земельных участков. Эти линии впервые появились в архитектурной практике 19 века в городских планах и до сих пор остаются основным инструментом планировочного регулирования [4, 5].

Правовое закрепление понятия дано в статье 1 Градостроительного кодекса РФ, где красные линии определяются как линии, обозначающие границы территорий общего пользования. Порядок их установления регламентируется документами территориального планирования, правилами землепользования и застройки (ПЗЗ), а также проектами планировки территорий (ППТ).

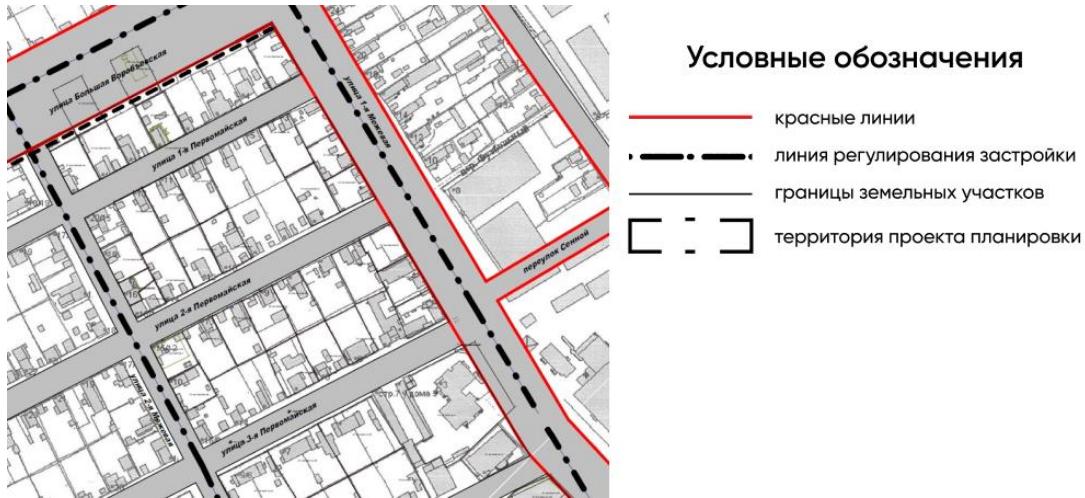


Рис.1. Чертеж межевания территории

Красные линии утверждаются органами местного самоуправления и являются обязательными для исполнения при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов недвижимости. Нарушение этих границ при застройке рассматривается как градостроительное нарушение [5].

2. Функции и значение красных линий.

Красные линии выполняют ряд ключевых функций в системе градостроительного планирования:

1. регулятивная функция. Определяют пределы допустимой застройки, обеспечивающая защиту территорий общего пользования.

2. Организационная функция. Служат основой для планировки транспортных и инженерных сетей.

3. Эстетическая функция. Формируют визуальное восприятие городской среды, улиц и площадей, создавая гармоничную линию застройки.

4. Безопасность и санитарные нормы. Обеспечивает отступы от дорог, коммуникаций, санитарно-защитных зон.

Таким образом, красные линии представляют собой важный инструмент управления пространством, который способствует балансу интересов общества, бизнеса и граждан [6, 7].

3 Проектирование красных линий в градостроительной документации

3. Проектирование красных линий в градостроительной документации. Проектирование красных линий осуществляется на основе утвержденных генеральных планов, проектов планировки территории и правил землепользования и застройки [8, 9, 10].

Основные этапы разработки включают:

- анализ существующей застройки и транспортной сети;
 - определение границ территорий общего пользования;
 - установление нормативных отступов и санитарных зон;
 - согласование и утверждение документации.

На практике определение и соблюдение красных линий осуществляется посредством выдачи градостроительного плана земельного участка (ГПЗУ), в котором указываются предельные параметры застройки [11]. Нарушение данных границ влечет юридические последствия:

- отказ в выдаче разрешения на строительство;
 - признание объекта самовольной постройкой;
 - административную ответственность;
 - возможное принудительное снос строения за счёт застройщика.

Данные меры направлены на обеспечение правопорядка и предотвращение несанкционированной структуры населенных пунктов.

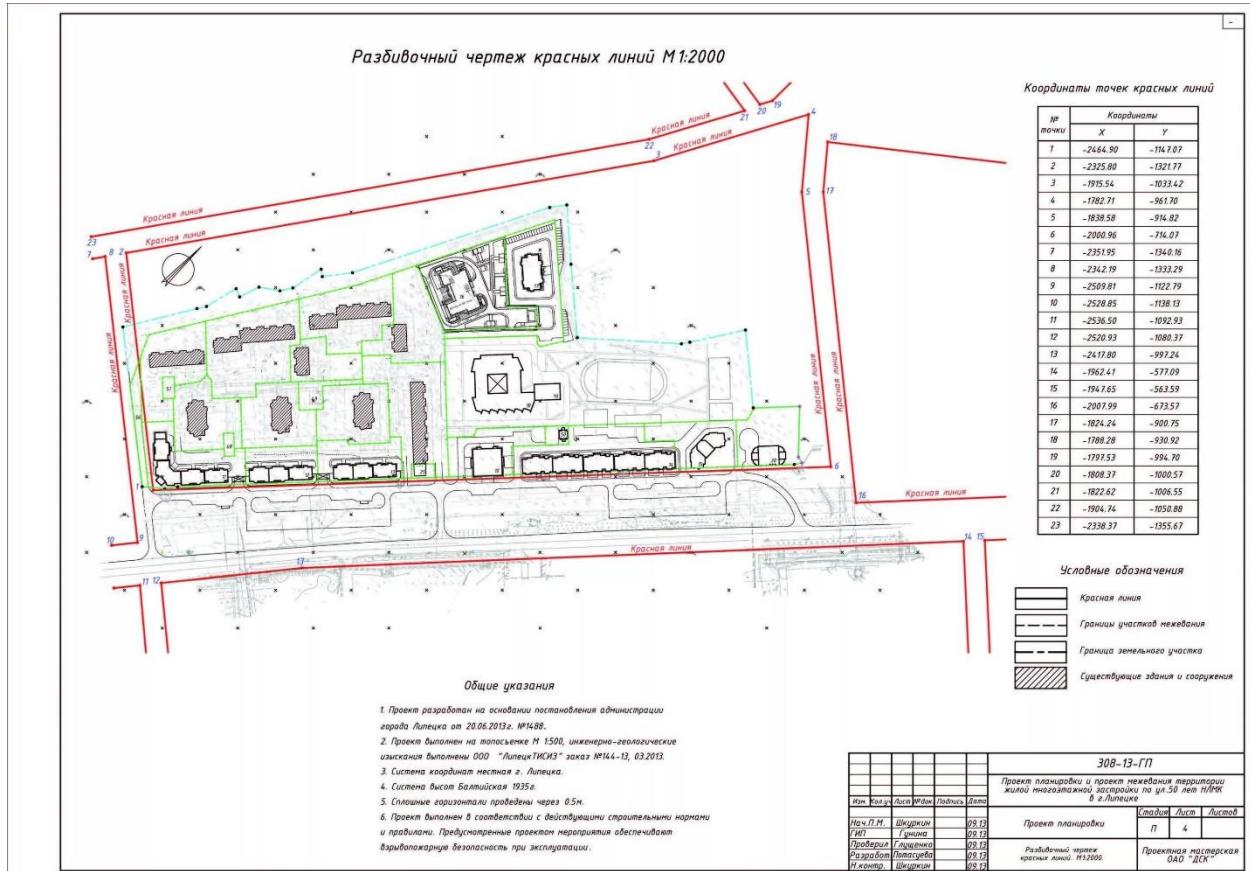


Рис. 2. Проект планировки и проект межевания территории жилой застройки в г. Липецке

4. Методы определения и фиксации красных линий.

Процесс определения красных линий основывается на данных топографо-геодезических съемок, проектов планировки и межевания территории [12, 13].

В ряде случаев сведения о красных линиях могут быть включены в публичную кадастровую карту, однако правовой статус приобретают только после утверждения соответствующего градостроительного документа органом местного самоуправления [14].

Таким образом, фиксация красных линий представляет собой комплексное мероприятие, которое включает инженерное, юридическое и планировочное обеспечение.

Заключение.

Красные линии застройки являются важнейшим инструментом пространственного регулирования, направленным на обеспечение устойчивого развития территорий, сохранение целостности городской структуры и защиту общественных интересов. Их корректное определение и соблюдение позволяет реализовывать принципы правового и пространственного порядка в градостроительной деятельности. В условиях активного строительства и реконструкции городов значение красных линий возрастает, поскольку именно они обеспечивают баланс между частной инициативой и общественными потребностями, формируя основу рационального территориального планирования [15, 16].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (в ред. от 2025 г.).
2. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. — М. : Минстрой России, 2016.
3. ГОСТ 7.32–2017. Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. — М. : Стандартинформ, 2018.
4. Благовестникова, С.С. Документирование археологических объектов в условиях городской застройки: современные подходы и стандарты / С. С. Благовестникова, М. Б. Реджепов // Природообустройство и природопользование геоландшафтов. – 2025. – № 5. – С. 11-13. – EDN GXFYDF.
5. Васильчикова, Е. В. Изменение вида разрешенного использования земельного участка / Е. В. Васильчикова, В. Н. Баринов // Студент и наука. – 2017. – № 3. – С. 73-78. – EDN YTFGHR.
6. Васильчикова, Е. В. Комплекс земельно-кадастровых работ при реализации проекта строительства / Е. В. Васильчикова, Н. В. Ершова // Инновационные технологии и технические средства для АПК : материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Воронеж, 14–16 ноября 2018 года. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2018. – С. 190-194. – EDN YXMRNB.
7. Геотехнический мониторинг деформационных процессов при строительстве объектов в условиях плотной городской застройки на примере г. Воронежа / В. А. Ко-стылев, Н. В. Невинская, В. В. Шумейко, М. Б. Реджепов // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2019. – № 1(8). – С. 149-153. – EDN QDDLJT.
8. Департамент градостроительства и архитектуры города Липецка : официальный сайт. – URL: <http://www.depgrad48.ru/planningdocumentation/projectsofplanningandsurveying/11/>
9. Кадастр застроенных территорий / Н. В. Ершова, В. Н. Баринов, Н. И. Трухина [и др.]. – Воронеж : Издательство Истоки, 2019. – 147 с. – EDN ZDKTNB.
10. Киселёв, А.С. Красные линии в современной градостроительной практике. // Архитектурная среда. — 2023. — № 4. — С. 45–53.
11. Лавров, И.И. Основы градостроительного проектирования. — М. : Академия, 2019.
12. Совершенствование системы кадастрового учета объектов недвижимости по показателям их технического состояния / Ю. А. Цыпкин, Ю. Г. Трухин, Г. А. Калабухов, Н. И. Трухина // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2025. – Т. 20, № 4(243). – С. 236-245. – DOI 10.33920/sel-04-2504-06. – EDN ZEIZB.
13. Трухин, Ю.Г. Особенности современного этапа развития КРТ и практических подходов к управлению недвижимостью / Ю. Г. Трухин, Н. И. Трухина, Г. Б. Вязов // Real Estate: Economics, Management. – 2023. – №. 4. – Р. 41-44. – DOI 10.22337/2073-8412-2022-4-41-44. – EDN KCVGEZ.
14. Трухин, Ю.Г. Особенности современного этапа развития КРТ и практических подходов к управлению недвижимостью / Ю. Г. Трухин, Н. И. Трухина, Г. Б. Вязов // Real Estate: Economics, Management. – 2023. – №. 4. – Р. 41-44. – DOI 10.22337/2073-8412-2022-4-41-44. – EDN KCVGEZ.
15. Трухина, Н.И. Анализ отечественного и зарубежного опыта учета и оценки гудвилла / Н. И. Трухина, О. А. Куракова, А. К. Орлов // Недвижимость: экономика, управление. – 2015. – № 1. – С. 78-81. – EDN TXMYPL.

16. Шевченко, Н.В. Правовое регулирование градостроительной деятельности. — СПб.: Питер, 2020.

Samoylova A.D., student

Torosyan A.V., student

Malashenko M.E., student

Vasilchikova E.V., Senior Lecturer

Voronezh State Technical University

RED BUILDING LINES

This article examines the concept of red development lines as a key tool in urban planning. Their role in regulating construction parameters, ensuring safety, preserving architectural integrity, and protecting utility lines is substantiated. The legal aspects of establishing red lines, their functions, and examples of their application in the urban environment are analyzed. The importance of strict adherence to red lines for sustainable development and comfortable living in cities is emphasized.

Key words: red lines, urban development, development, utility lines, urban planning, sustainable planning, legal aspects, territorial protection, construction regulation, urban planning code, design.

Эзекве К.С., студент

Васильчикова Е.В., старший преподаватель

Воронежский государственный технический университет

ПРИМЕНЕНИЕ МОБИЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Рассматривается технология мобильного лазерного сканирования (МЛС) как перспективный метод инженерных изысканий, особенно применяемый при обследовании и паспортизации автомобильных дорог. Описывается принцип работы МЛС, включающий синхронизацию лазерного сканера с GNSS, инерциальными датчиками и панорамной камерой, что позволяет формировать высокоточные трехмерные модели дорожной инфраструктуры. Анализируются преимущества МЛС по сравнению с традиционными методами: высокая скорость съёмки, безопасность, полнота и плотность данных, высокая точность и экономия ресурсов. Приводится обзор современного оборудования на примере системы Topcon IP-S3, описываются этапы подготовки, полевой и камеральной обработки данных. Технология МЛС показана как эффективный инструмент для создания баз пространственных данных, пригодных для широкого спектра инженерных задач.

Ключевые слова: мобильное лазерное сканирование, МЛС, инженерные изыскания, обследование дорог, паспортизация дорог, облако точек, трехмерное моделирование, Topcon IP-S3, топографо-геодезические работы, дорожная инфраструктура, геоинформационные системы, ГИС, цифровые технологии.

Современные технологии геодезических измерений стремительно развиваются, и одной из наиболее перспективных в области инженерных изысканий является технология мобильного лазерного сканирования (МЛС). Она позволяет получать детальную пространственную информацию об объектах инфраструктуры с высокой скоростью и точностью. Особенно актуально применение МЛС при обследовании и паспортизации автомобильных дорог, где важны оперативность, безопасность и полнота получаемых данных [1, 2].

Принцип работы технологии МЛС

Мобильное лазерное сканирование основано на измерении расстояния от лазера до объекта с помощью световых импульсов. Лазерный сканер, установленный на транспортном средстве, излучает тысячи импульсов в секунду. Отраженные сигналы фиксируются датчиком и на основе времени возврата луча вычисляются пространственные координаты точек [3, 4].

Каждое измерение синхронизируется с:

- GNSS-приемником (спутниковой навигацией), который определяет координаты центра системы в глобальной системе координат
- инерциальным измерительным блоком, регистрирующим углы наклона, поворота и ускорения
- панорамной или стереокамерой, которая делает цветные снимки и позволяет окрасить точки облака по текстуре [5].

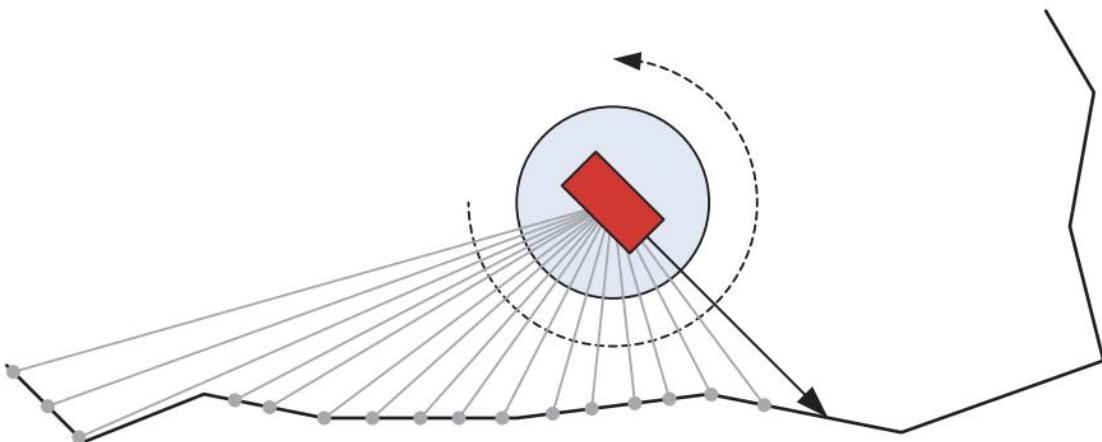


Рис. 1. Принцип работы МЛС

На основе полученных измерений формируется облако точек - совокупность миллионов координатных точек, каждая из которых имеет пространственные координаты X, Y, Z и дополнительную информацию о яркости отражения. Благодаря этому формируется трехмерная модель обследуемого участка дороги, включающая не только покрытие, но и прилегающие элементы - бордюры, обочины, знаки, деревья, линии электропередач, и т.д. [6].

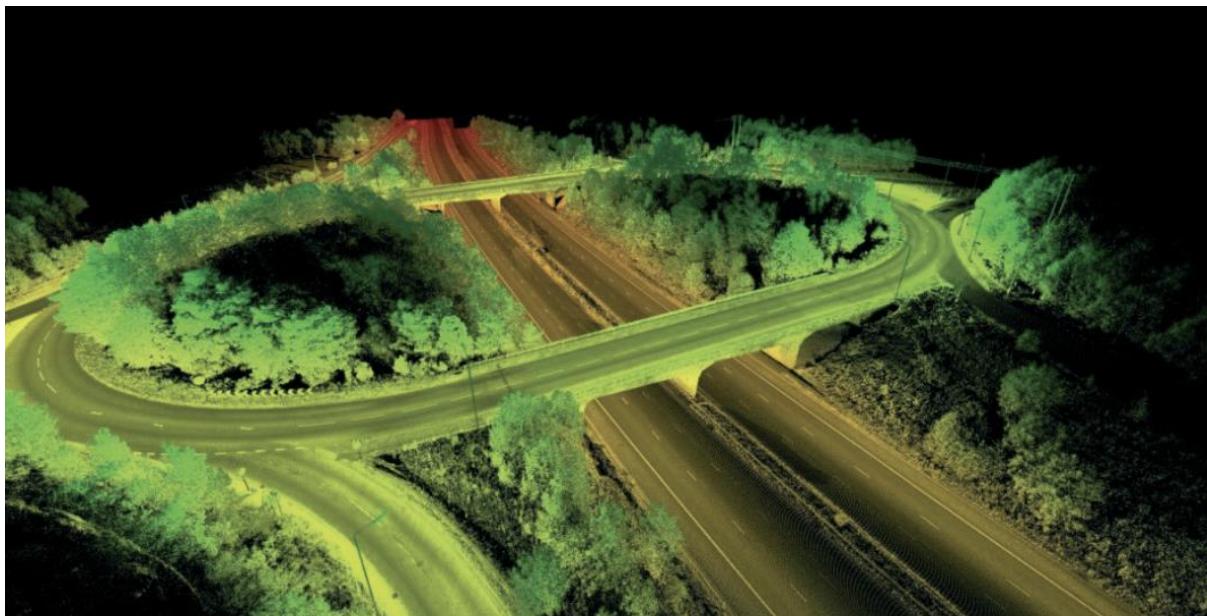


Рис. 2. Пример трехмерной модели местности

Преимущества МЛС по сравнению с традиционными методами

Традиционные методы инженерных измерений такие как тахеометрическая съемка и нивелирование - обеспечивают высокую точность, но требуют значительных временных и трудовых затрат [7]. При этом специалисты вынуждены работать непосредственно на проезжей части, что повышает риски для безопасности [8].

1. Скорость выполнения работ

При тахеометрической съемке измерения выполняются с каждой станции вручную, что требует установки прибора, визирования, съемки пикетов и переноса

оборудования. На практике производительность одной бригады при тахеометрии редко превышает 1 -1.5 км в день. Мобильное лазерное сканирование напротив, способно выполнять съемку до 50-100 км за смену, при этом обеспечивая полное покрытие полосы отвода дороги. Это особенно важно при обследовании длинных трасс, где традиционные методы занимать недели или месяцы.

2. Безопасность и отсутствие помех движению

При работе с тахеометром или нивелиром геодезисты вынуждены находиться на проезжей части, что создает риск для жизни и требует дополнительных мер безопасности. Мобильное лазерное сканирование позволяет исключить этот факт, все измерения выполняются с движущегося автомобиля, не требуя перекрытия движения и присутствия оператора на дороге. Это значительно снижает вероятность несчастных случаев и не мешает транспорту.

3. Полнота и плотность данных.

Тахеометрическая съемка дает дискретные результаты - измеряются отдельные точки, стоящие друг от друга на несколько метров. МЛС формирует непрерывное облако точек с миллионами измерений, где плотность точек достигает от 1000 до 2000 точек на квадратный метр.

Это обеспечивает фиксацию всех элементов дороги и прилегающей территории: бордюров, обочин, знаков, ограждений, растительности, линий электропередачи и инженерных сооружений. Таким образом, создается точная цифровая копия дороги пригодна для последующего анализа, моделирования и 3D визуализации.

4. Высокая точность

Современные МЛС обеспечивают точность позиционирования 2-3 см по плану и высота, что сопоставимо с результатами тахеометрической съемки. При этом технология сохраняет стабильность измерений на высокой скорости движения [9, 10].

В отличие от тахеометра, который фиксирует координаты только выбранных точек, МЛС регистрирует миллионы измерений, а это позволяет не только получить точные профили и уклоны, но и выявлять малейшие деформации дорожного покрытия.

5. Экономия трудовых и временных ресурсов

При тахеометрической съемке требуется бригада из нескольких человек. При использовании мобильного лазерного сканирования достаточно одного оператора для управления системой и обработки данных.

Благодаря автоматизации и высокой производительности МЛС сокращает время на полевые работы и позволяет направить усилия специалистов на обработку полученных данных.

6. Многофункциональность и использование данных.

Тахеометрическая съемка выполняется с учетом заранее определенной задач и для других целей данные часто непригодны. В то время как МЛС создает универсальное облако точек, которое можно использовать повторно

- Для проектирования реконструкций
- Для оценки состояния обочин и знаков
- Для моделирования дренажных систем
- Для контроля за строительными работами
- Достаточно провести одну съемку, чтобы иметь обширный набор пространственных данных, пригодных для множества последующих анализов.

Оборудование для МЛС (на примере Topcon IP-S3)

Одним из наиболее известных и широко применяемых комплексов является Topcon IP-S3. Это компактная, высокоточная и удобная система, предназначенная для съемки дорог, улиц фасадов зданий и других линейных объектов [11].

Основные компоненты Topcon IP-S3

1. Лазерный сканер

Выполняет до 700 000 измерений в секунду, формируя облако точек высокой плотности. Радиус действия сканера достигает до 100-120 м, что позволяет охватывать обе стороны дороги и прилегающую территорию.

2. GNSS приемник

Использует сигналы спутников GPS, Glonass, Galileo и BeiDou для определения координат с точностью до нескольких сантиметров.

3. Инерциальная система (IMU)

Отслеживает углы наклона, вращения и ускорения транспортного средства, корректируя координаты при временных потерях спутникового сигнала (например, под мостом или в тоннелях)

4. Панорамная камера

Снимает окружающее пространство на 360 градусов в высоком разрешении и синхронизируется с облаками точек. Это позволяет создавать фотoreалистичные 3D модели дорог. Для получения панорамных изображений с полным охватом пространства применяется камера с разрешением 8000 на 4000 пикселей и обзором в 360 градусов. Вся получаемая информация сопровождается временными метками, что гарантирует синхронизацию данных от всех сенсоров. Панорамная камера с разрешением 30 мегапикселей позволяет производить фотосъёмку как на основании заданного интервала, так и в зависимости от расстояния. Полученные изображения используются для окрашивания облака точек, что значительно упрощает дальнейшую работу с трёхмерной моделью, повышая её визуальную и аналитическую ценность. Это обеспечивает получение высоко детализированных данных, которые впоследствии могут быть эффективно использованы при камеральной обработке.

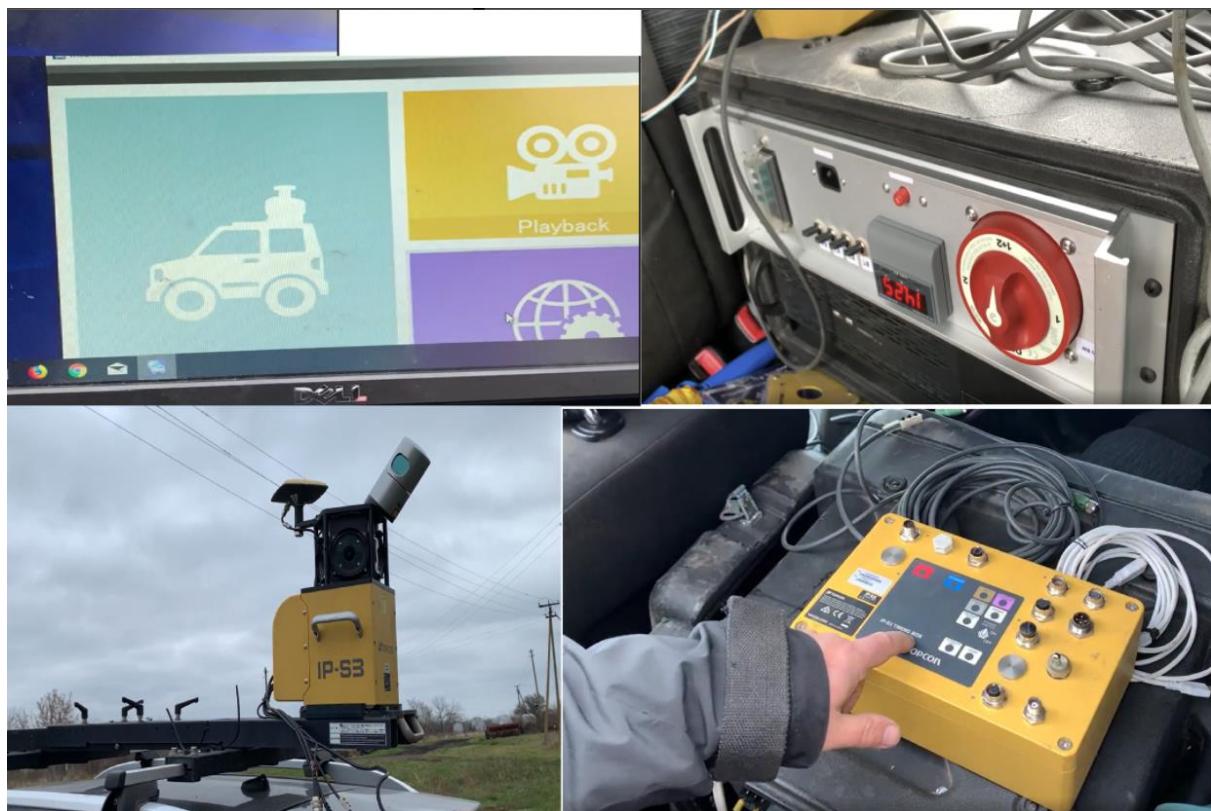


Рис. 3. Лазерный сканер Topcon IP-S3

5. Счетчик пройденного пути

В системе используется один одометр (счетчик пройденного пути), размещённый на заднем колесе автомобиля

6. Блок управления и хранения данными

Осуществляет запись данных в реальном времени, контроль синхронизации и передачу информации на постобработку. Согласно технической документации, до начала съёмки необходимо выполнить калибровку установленного оборудования и провести синхронизацию с программным обеспечением.

7. Программное обеспечение Topcon Mobile Master Office

Обработка информации, полученной в ходе мобильного лазерного сканирования, осуществляется с применением специализированного программного обеспечения, входящего в комплект поставки оборудования Mobile Master Field и Mobile Master Office. Программный комплекс состоит из двух основных модулей: один предназначен для управления процессом сканирования в полевых условиях, другой обеспечивает обработку и интеграцию полученных данных. ПО используется для обработки, объединения и фильтрации облаков точек, геопривязки и создания цифровых моделей. Программа автоматически устраняет шумы, сглаживает траектории и позволяет экспортить результаты в форматы, совместимые с QGIS, AutoCad и другими ГИС-программами.

Преимущества этого оборудования заключаются в компактности, легкости установки (система монтируется за 15-20 минут), высокой стабильности работы даже при вибрациях и неровностях дороги, можно снимать без остановки транспорта [3].

Поэтапная съемка системой мобильного лазерного сканирования

Применение мобильного лазерного сканирования в рамках выполненного исследования включало три ключевых этапа — подготовительный, полевой и камеральный, каждый из которых требовал соблюдения определённых процедур и точной настройки оборудования. На этапе подготовки особое внимание было уделено изучению технического задания, предоставленного заказчиком, и проведению рекогносцировки, в ходе которой были проанализированы существующие топографические материалы, а также уточнены физико-географические особенности обследуемого участка. Результаты этого анализа легли в основу программы проведения топографо-геодезических работ, и были выполнены все необходимые формальности, связанные с регистрацией начала их выполнения [4, 11].

После физического монтажа оборудования на транспортное средство проводилась проверка работоспособности всех сенсоров, настройка параметров съёмки и сохранения данных.

Калибровка инерциального модуля выполнялась как в стационарных, так и в движущихся условиях для обеспечения корректной фиксации положения системы в пространстве. Кроме того, определялись параметры ожидаемой дальности сканирования, прогнозируемая точность данных и осуществлялось предварительное планирование маршрута с привязкой к заранее известным геодезическим опорным точкам.

Полевой этап включал непосредственное выполнение мобильной лазерной съёмки в условиях движения транспортного средства со средней скоростью до 60 км/ч. Общая длина участка съемки составила около 5 км, а общая длина пути, пройденного системой мобильного лазерного сканирования — 11 км. сканирование и фотографирование дорожного полотна с придорожной инфраструктурой за несколько проездов в прямом и обратном направлениях было выполнено менее чем за 30 минут.

Процесс сопровождался синхронной регистрацией сканированных данных и показаний ГНСС-приёмников. Благодаря интеграции всех компонентов система в режиме реального времени отображала поступающую информацию в интерфейсе Mobile Master Field, что позволяло оперативно контролировать качество съёмки, охват сканируемой

территории и состояние всех сенсоров. В процессе также контролировались параметры работы камеры, инерциальной системы, позиционирования и качества спутниковой навигации. Измерения проводились в достаточно благоприятных условиях по приему сигналов ГНСС, а мест, где возникали помехи для приема сигналов, было не более 25% от общей длины дороги.

По завершении полевого этапа был получен обширный объем исходных данных, включающих облака точек и панорамные фотоизображения, которые были переданы на последующую камеральную обработку в программном обеспечении Magnet Collage. Здесь осуществлялось объединение данных от различных сенсоров, их пространственная регистрация и визуализация, а также формирование финального 3D модели объекта съемки, пригодного для дальнейшего анализа и применения в инженерной практике.

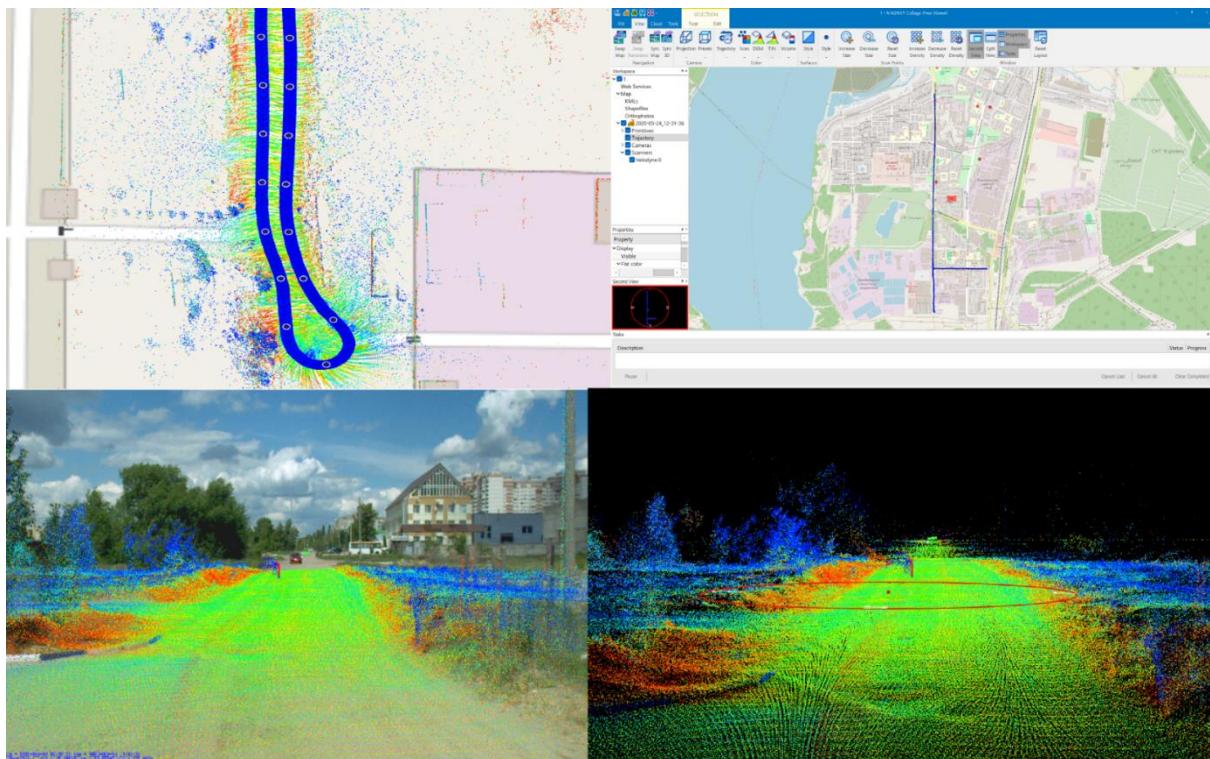


Рис.4. Обзор выполненного мобильного лазерного сканирования в режиме облака точек

Проведенное мобильное лазерное сканирование является базой для получения пространственных данных в ГИС [3, 5].

На завершающем этапе камеральной обработки, для повышения наглядности и удобства анализа пространственной информации, была выполнена систематизация объектов дорожной инфраструктуры и ее визуализации в среде QGIS. При выполнении виртуальной съемки каждому объекту присваивался код для дальнейшего полуавтоматического размещения условного знака и рисовки контуров. Первоначально, с использованием программного обеспечения Magnet Collage, были созданы точечные объекты, представляющие собой геопространственные привязки ключевых элементов, опор линий электропередач (ЛЭП), оси дороги и пешеходных переходов.



Рис. 5. Точки дорожной инфраструктуры

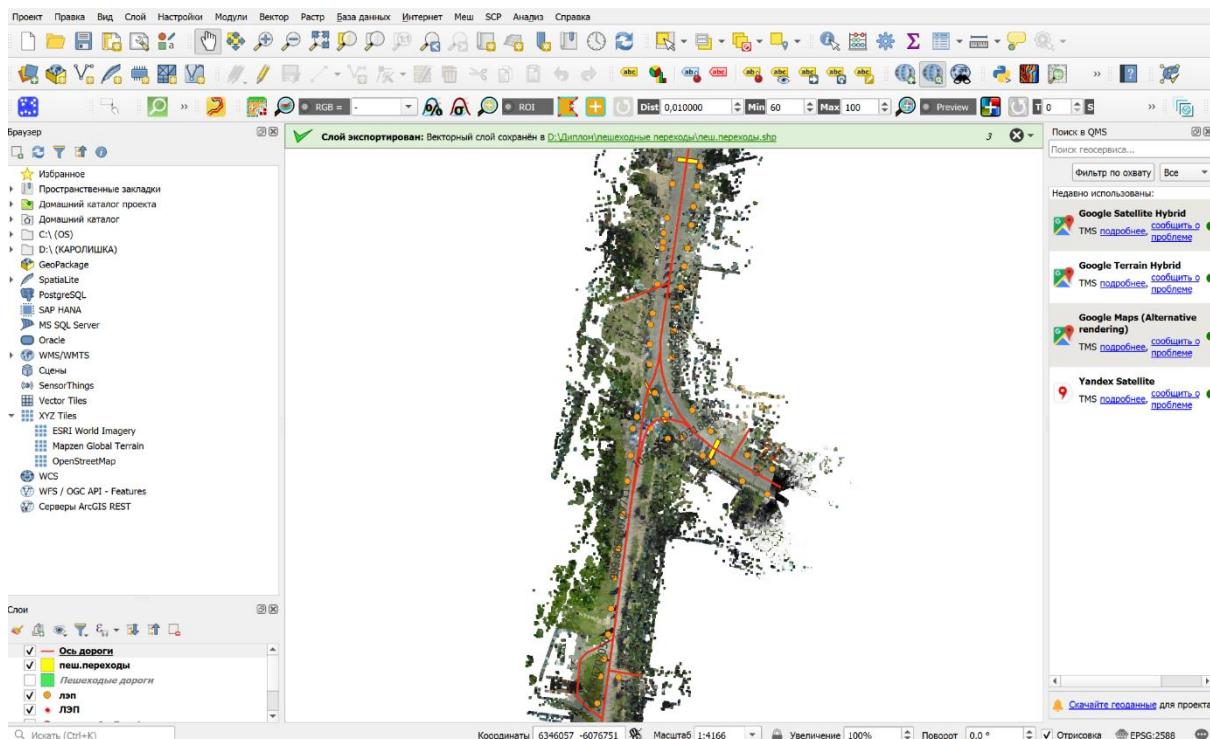


Рис. 6. Облако точек с точками, линиями и полигонами дорожной инфраструктуры

Создание базы данных ГИС является достаточно сложной задачей, так как количество элементов для нанесения на карту может быть очень велико. Топсон IP-S3 упрощает задачу получения геометрических и фотографических данных обо всех объектах на нужной территории в процессе движения автомобиля. Высокая плотность и точность собираемых данных позволяют с уверенностью определять даже такие мелкие детали, как водозапорные краны. Менеджеры управляющих компаний могут видеть на экране объекты в виде облаков точек, окрашенных в реальные цвета фотографий или сферические фотоизображения с привязкой к облаку точек. Поскольку IP-S3 фиксирует все

окружающие ее объекты, один и тот же набор данных может использоваться для наполнения различных баз данных ГИС.

В условиях стремительного внедрения цифровых технологий в различные сферы деятельности мобильное лазерное сканирование приобретает всё более важное значение как универсальный инструмент сбора высокоточных пространственных данных. Этот метод отличается высокой степенью автоматизации, что позволяет не только ускорить процессы получения информации, но и существенно повысить общую эффективность выполнения топографо-геодезических работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ и сравнение базовых возможностей и функционал двух программных продуктов для создания ГИС: QGIS и AUTOCAD map 3D / А. П. Ермолина, В. А. Кузнецова, К. С. Эзекве, Е. В. Васильчикова // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2024. – № 1(5). – С. 43-49. – EDN ZHGCTH.
2. Бутько, А.В. Исследование методов трехмерного лазерного сканирования и совместимости цифровой фотограмметрической съемки в геодезии / А. В. Бутько, В. В. Шумейко, М. Б. Реджепов // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 2(2). – С. 88-93. – EDN XMFYAF.
3. Васильчикова, Е.В. Новые возможности в проектировании инфраструктуры: создание ГИС по результатам лазерного сканирования и интеграция с BIM / Е. В. Васильчикова // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 2(2). – С. 66-73. – EDN HVGXSH.
4. Возможности создания и использования ГИС-технологий на территории города Воронеж / А. П. Ермолина, В. А. Кузнецова, К. С. Эзекве, Е. В. Васильчикова // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2024. – № 1(5). – С. 50-57. – EDN SQJRW.
5. Горина, А.В. Использование лазерного сканирования для ГИС / А. В. Горина, М. Б. Реджепов // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2020. – № 1(10). – С. 102-108. – EDN QXRGNQ.
6. Зубова, Н.В. Возможности применения мобильного лазерного сканирования при обследовании мостовых переходов / Н. В. Зубова, М. Б. Реджепов, В. В. Шумейко // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2025. – № 1(7). – С. 86-90. – EDN HLMARO.
7. Костылев, В. А. Основные аспекты цифровой экономики в геодезической отрасли / В. А. Костылев, В. В. Шумейко, Е. В. Васильчикова // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2023. – № 2(4). – С. 45-48. – EDN CKVLIJ.
8. Реджепов, М.Б. Анализ применения наземного и воздушного лазерного сканирования / М. Б. Реджепов, С. А. Колесникова // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства : Материалы I международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ, Воронеж, 30 апреля 2019 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 292-300. – EDN FKPVTL.
9. Трухин, Ю.Г. Особенности современного этапа развития КРТ и практических подходов к управлению недвижимостью / Ю. Г. Трухин, Н. И. Трухина, Г. Б. Вязов // Real Estate: Economics, Management. – 2023. – N 4. – Р. 41-44. – DOI 10.22337/2073-8412-2022-4-41-44. – EDN KCVGEZ.
10. Трухин, Ю.Г. Особенности современных подходов к технической оценке состояния объектов городской недвижимости на этапах реализации Комплексного

Развития застроенных территорий / Ю. Г. Трухин, Н. И. Трухина // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 1(1). – С. 7-14. – EDN QTURXN.

11. Эзекве, К. С. Анализ существующих модулей QGIS и nextgis для использования ГИС-технологий в землеустройстве и кадастре / К. С. Эзекве, А. Д. Самойлова, Е. В. Васильчикова // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2024. – № 2(6). – С. 56-65. – EDN IEQQLH.

Ezekwe K.S., student

Vasilchikova E.V., Senior Lecturer

Voronezh State Technical University

APPLICATION OF MOBILE LASER SCANNING FOR ROAD SURVEY

The article discusses mobile laser scanning (MLS) technology as a promising method for engineering surveys, particularly applied in the inspection and documentation of highways. It describes the working principle of MLS, which involves synchronizing a laser scanner with GNSS, inertial sensors, and a panoramic camera, enabling the creation of highly accurate three-dimensional models of road infrastructure. The advantages of MLS compared to traditional methods are analyzed, including high data acquisition speed, safety, completeness and density of data, high accuracy, and resource efficiency. An overview of modern equipment is provided using the example of the Topcon IP-S3 system, along with descriptions of the preparation, fieldwork, and office data processing stages. MLS technology is demonstrated as an effective tool for creating spatial data bases suitable for a wide range of engineering applications.

Key words: mobile laser scanning, MLS, engineering surveys, road inspection, road documentation, point cloud, 3D modeling, Topcon IP-S3, topographic and geodetic works, road infrastructure, geographic information systems, GIS, digital technologies.

Нетребина Ю.С., канд. геогр. наук, доцент
Дедигурова Е.А., студент
Нетребина З.К., студент
Воронежский государственный технический университет

ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ВЫСОКОТОЧНОГО 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

Рассмотрены сущность лазерного сканирования, основные виды съемок и практическое применение для создания высокоточных 3D-моделей на примере промышленного объекта. Также выделены преимущества и недостатки технологии.

Ключевые слова: лазерное сканирование, облако точек, 3D-моделирование, строительство, инженерно-геодезические изыскания.

Стремительное развитие технологий в области измерений и анализа пространственных данных привело к повышению требований относительно точности, качества и эффективности выполнения работ при проектировании, строительстве и контроле состояния зданий и сооружений.

В настоящее время все активнее развивается и совершенствуется практика использования 3D-моделирования. Одной из современных технологий является лазерное сканирование [1, 2]. С ее помощью получают объемную информацию об объектах или территориях в виде облаков точек, на основе которых создаются трёхмерные модели [3, 4]. Использование технологии лазерного сканирования способствует получению геометрических данных об объектах и созданию их цифровых двойников, используемых для инженерных работ, проектирования и контроля.

Таким образом, лазерное сканирование представляет собой одно из наиболее перспективных направлений развития систем пространственных измерений и цифрового моделирования.

Технология лазерного сканирования основана на измерении расстояния до объекта с помощью лазерного луча. Сенсором сканера фиксируется время, за которое сигнал достигает поверхности объекта и, отражаясь, возвращается на прибор [5]. На основе этого вычисляются координаты точек, формирующих в последующем облако данных. Современные сканеры фиксируют до нескольких миллионов точек в секунду с точностью до миллиметра [6, 7].

Различают три вида лазерного сканирования.

1. Наземное
2. Мобильное
3. Воздушное

Выбор конкретного вида проведения съемки или их совокупности зависит от поставленных задач, сложности объекта, его технических характеристик.

Наземное лазерное сканирование выполняется статичным сканером и применяется для детальной съемки зданий и сооружений [2].

При мобильном лазерном сканировании прибор закрепляется на движущемся транспортном средстве – автомобиле, железнодорожном транспорте или водном судне. Этот метод находит применение в работе с большими по площади объектами и также используется для оперативного сбора пространственных данных при обследовании дорог, тоннелей или промышленных площадок.

Воздушное лазерное сканирование осуществляется с помощью самолетов и беспилотных летательных аппаратов. Является наиболее быстрым и детальным способом получения информации о местности и подходит для топографической съемки больших или труднодоступных территорий [3].

Для повышения эффективности всё чаще используют комбинирование разных способов лазерного сканирования. Таким образом, обеспечивается создание более полной 3D-модели объекта.

Обработка данных выполняется с помощью специализированного программного обеспечения, которое обеспечивает сшивку облаков точек, фильтрацию шумов и создание полигональных или BIM-моделей.

Лазерное сканирование широко применяется для построения 3D-моделей различных объектов и территорий в следующих направлениях:

- инженерно-геодезические изыскания: создание цифровых моделей рельефа и местности, контроль геометрии сооружений
- архитектурное моделирование и реставрация: съемка исторических зданий и памятников для последующего анализа и восстановления
- промышленное проектирование: создание цифровых двойников производственных площадок, оборудования и инфраструктуры
- строительный контроль: сравнение полученных 3D-моделей с проектными данными, выявление отклонений и мониторинг деформаций

С каждым годом лазерное сканирование становится все более востребованным методом проведения измерений, особенно в строительстве и инженерно-геодезических изысканиях [8, 9, 10].

Основными преимуществами являются:

- высокая точность
- высокая скорость сбора данных и их обработки по сравнению с традиционными методами
- высокая детализация, позволяющая получить наиболее полную информацию об объекте
- универсальность и многофункциональность
- практически полная автоматизация и минимум вмешательств человека
- снижение стоимости работ и сокращение сроков их проведения [3]

Технология позволяет получить миллионы измеренных точек за короткое время без физического контакта с объектом. Кроме того, лазерное сканирование обеспечивает возможность работы в труднодоступных местах и интеграцию с другими источниками данных, включая фотограмметрию и геоинформационные системы.

Среди недостатков выделяют:

- дорогостоящее оборудование и программное обеспечение
- зависимость от метеорологических условий
- необходимость значительных вычислительных ресурсов для обработки больших объемов данных
- чувствительность к вибрациям
- трудности со сканированием гладких и прозрачных поверхностей [1].

Трехмерные модели, созданные на основе лазерного сканирования, позволяют получить максимально точное представление об объекте без физического контакта с ним. Это особенно важно при работе на действующем производстве, а также со сложными инженерными сооружениями и опасными зонами, где традиционные методы измерений затруднены или небезопасны.

В качестве примера создания 3D-модели с помощью лазерного сканирования рассмотрим цех промышленного предприятия, которому необходима реконструкция в целях модернизации производственного процесса. Для проведения измерений применялись два наземных сканера Faro Focus Premium, которыми было выполнено 760 станций сканирования. В результате полевых работ было получено от 12 до 12,5 миллионов точек с каждой станции и охвачена площадь 912 м². В среднем в день было сделано по 40-50 станций.

Камеральная обработка данных проводилась в Autodesk ReCap (рис. 1), а моделирование из полученного облака точек – в Autodesk Revit.

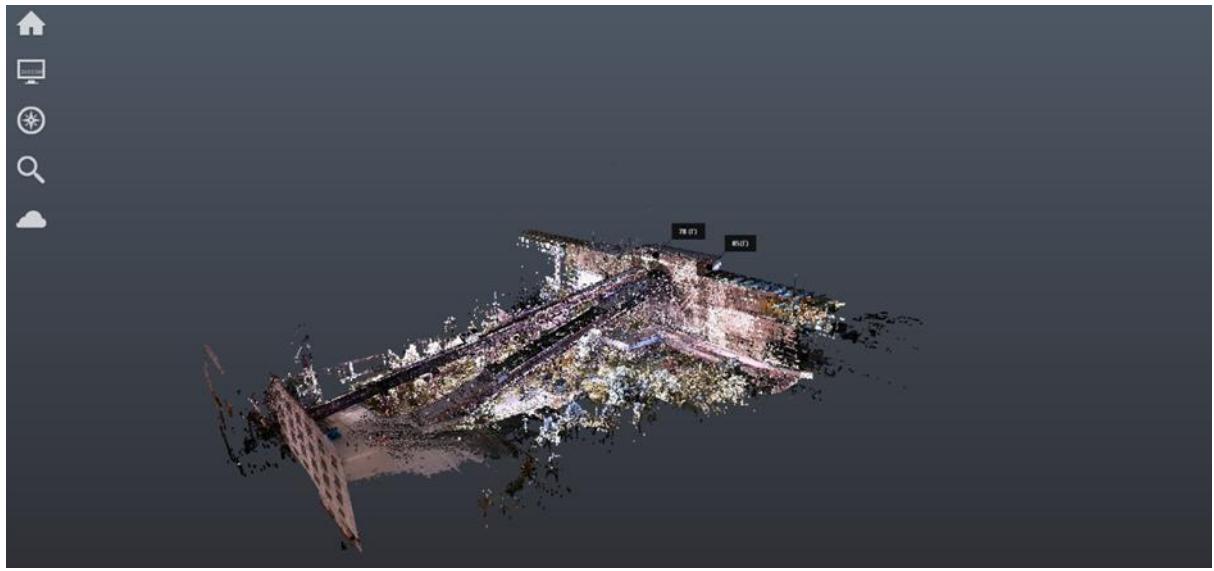


Рис. 1. Сшитое облако точек

В ходе работ была получена точная цифровая трехмерная модель цеха (рис.2, рис. 3), включающая в себя все элементы и конструкции объекта. На ее основе было проведено сравнение с архивными проектными данными и были выявлены несоответствия в виде дефектов.

Также при необходимости возможна интеграция в BIM-систему. Это значит, что модель будет содержать в себе всю технологическую и экономическую информацию об объекте, что позволит избежать непредвиденных затрат и сократить расходы на реконструкцию.

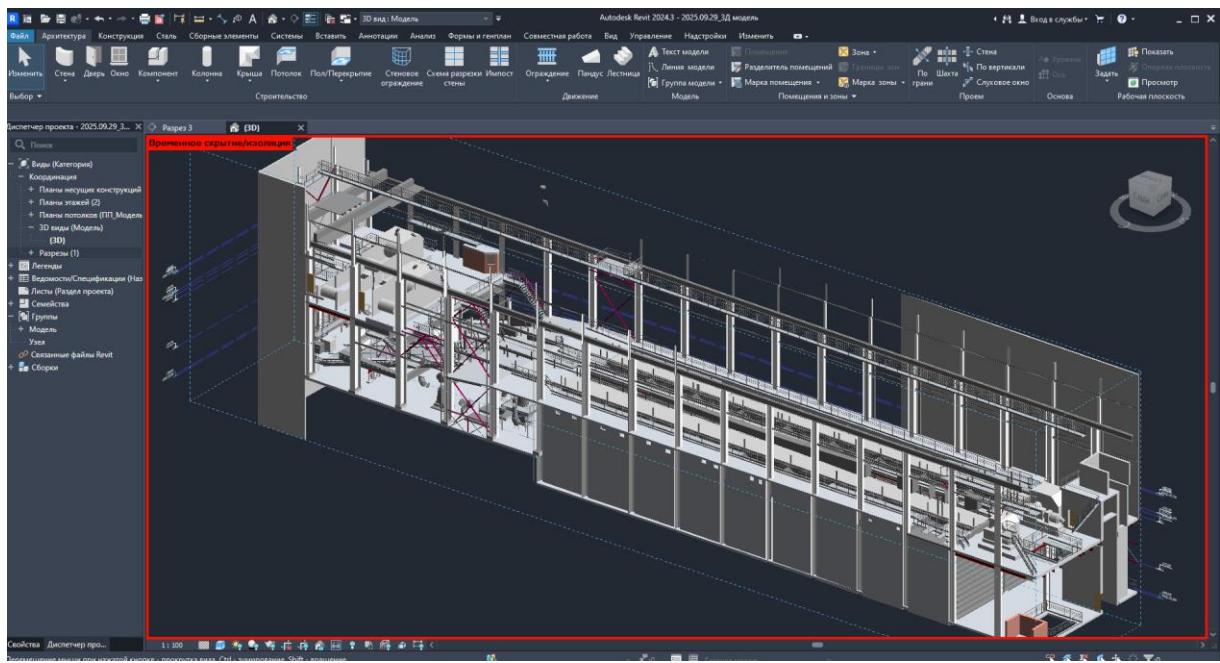


Рис. 2. 3D-модель цеха промышленного предприятия в Autodesk Revit

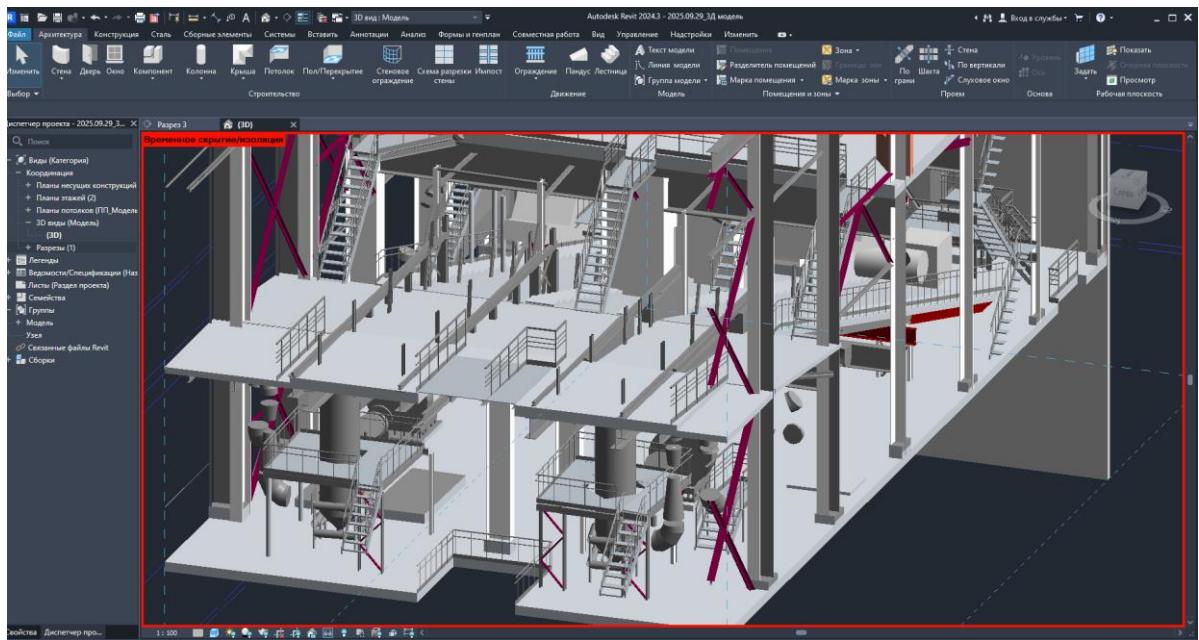


Рис. 3. Фрагмент 3D-модели цеха промышленного предприятия

Таким образом, было установлено, что технология лазерного сканирования в качестве инструмента для построения высокоточных 3D-моделей становится все более востребованной. Ее применение в проектировании, строительстве, инженерно-геодезических изысканиях, архитектуре и других областях повышает точность данных, их детальность, снижает затраты на проведение работ, в том числе и временные, и минимизирует совершение ошибок. Внедрение технологии лазерного сканирования обеспечивает высокую экономическую и технологическую эффективность работ, что делает ее незаменимой в нынешних условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аширов, Э.Н. 3D сканирование при обследовании технического состояния зданий / Э.Н. Аширов, К.Г. Пугин // Вестник науки. – 2025. – Т. 1, № 2. – С. 697-703.
2. Боев, Д.А. Программное обеспечение обработки результатов 3D сканирования / Д. А. Боев, М. Б. Реджепов, А. А. Черемисинов // Природообустройство и природопользование геоландшафтов. – 2025. – № 5. – С. 6-10. – EDN GXYFKI.
3. Брусов, В.А. Лазерное сканирование и фотограмметрия в реконструкции с применением BIM технологий / В.А. Брусов // Вестник науки. – 2025. – Т. 2, № 5. – С. 1030-1038.
4. Бутько, А.В. Исследование методов трехмерного лазерного сканирования и совместимости цифровой фотограмметрической съемки в геодезии / А. В. Бутько, В. В. Шумейко, М. Б. Реджепов // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 2(2). – С. 88-93. – EDN XMFYAF.
5. Горина, А.В. Использование лазерного сканирования для ГИС / А. В. Горина, М. Б. Реджепов // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2020. – № 1(10). – С. 102-108. – EDN QXRGNQ.
6. Ковтун, И. Лазерное сканирование при строительстве и реконструкции зданий / И. Ковтун // Строительство и образование. - 2023. – Т. 4. - № 5–6. - С. 84–91.
7. Савченко, Ю. М. Современные возможности лазерного сканирования / Ю. М. Савченко, Г. Г. Турк // Московский экономический журнал. – 2024. – № 4. – С. 632-639.
8. Трухина, Н.И. Анализ отечественного и зарубежного опыта учета и оценки гудвилла / Н. И. Трухина, О. А. Куракова, А. К. Орлов // Недвижимость: экономика, управление. – 2015. – № 1. – С. 78-81. – EDN TXMYPL.
9. Трухина, Н.И. Некоторые особенности учета и регистрации объектов недвижимости / Н. И. Трухина, Н. В. Ершова, В. Селина // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 1(12). – С. 105-107. – EDN TXMWXF.

Netrebina Y.S., Candidate of Geographical Sciences, Docent

Dedigurova E.A., student

Netrebina Z.K., student

Voronezh State Technical University

LASER SCANNING AS A TOOL FOR HIGH-PRECISION 3D MODELING OF OBJECTS

This article discusses the essence of laser scanning, the main types of surveys, and their practical application for creating high-precision 3D models using the example of an industrial facility. The advantages and disadvantages of the technology are also highlighted.

Key words: laser scanning, point cloud, 3D modeling, construction, engineering and geodetic surveys.

Нетребина Ю.С., канд. геогр. наук, доцент
Рыжкова В. И., студент
Воронежский государственный технический университет
Есенников О.В., канд. техн. наук
ООО НПО «Гидротехпроект»

АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ СИСТЕМ В ГЕОДЕЗИЮ

Проведен анализ внедрения получения пространственной информации при инженерно-геодезических изысканиях.

Ключевые слова: геоинформационные системы (ГИС), пространственная информация, дистанционное зондирование, цифровая форма.

Актуальность данной работы заключается в том, что привычные методы, которые основываются на аналоговых данных и ручной обработке, становятся не эффективными из-за возрастающих объёмов информации и требований к её оперативности и достоверности.

В настоящее время геодезическая поддержка выступает как необходимая и ключевая составляющая процесса получения данных о пространстве [1, 2].

Геодезическое обеспечение территорий – это сложная система действий, которая включает в себя формирование, отображение, обновление, доставку и применение пространственных данных. В основе лежит геодезический подход к установлению координат и очертаний объектов (включая процессы, явления и события) окружающей среды в геодезических системах координат [3, 4].

В современных реалиях геодезическое обеспечение территорий нуждается в трансформации, приобретая форму системного интегрирующего элемента. Его задача – создание и эксплуатация единого многоаспектного геоинформационного пространства, которое отражает все пространственные характеристики территории [5].

В связи с этим необходимо пересмотреть методологию проведения геодезических работ. Главная цель такой модернизации - стремление к комплексному, многогранному подходу в решении задач геодезического обеспечения территорий. Это позволит создавать геоинформационные продукты, которые удовлетворят запросам широкого круга пользователей, нуждающихся в пространственных данных и информации [6].

В инженерно-геодезических изысканиях для повышения точности сбора пространственных данных применяются спутниковые технологии, лазерная сканирующая техника, БПЛА и геоинформационные системы (ГИС). Использование этих методов ведет к повышению точности измерений, сокращению времени проведения изысканий и уменьшению расходов на работы [1-4].

ГИС открывают широкие возможности:

–Разработка динамических картографических продуктов, в том числе интерактивных карт и комплексных атласов.

–Проведение анализа геопространственной информации для решения прикладных задач в географии, например, определение оптимального размещения новых объектов, разработка наиболее эффективных маршрутов и стратегическое планирование городской среды.

–Оптимизация управления объектами инфраструктуры, включая системы

газоснабжения, электроэнергетические сети и дорожную сеть.

–Наблюдение и изучение распределения населения и различных социальных аспектов жизни общества.

Сегодня технологии дистанционного зондирования и геоинформационные системы играют важнейшую роль в разнообразных сферах, охватывая как геологические исследования, так и планирование городов. Они непрерывно совершенствуются, представляя все более надежные и ценные сведения, необходимые для изучения и рационального использования ресурсов нашей планеты [5, 6].

Современные технические и технологические достижения опираются на инновационные подходы и инструменты получения и автоматизированной обработки геопространственной информации. Современные методы определения координат усовершенствовались благодаря развитию электронных тахеометров, GPS оборудованию, лазерных сканеров, а также дистанционному зондированию, которые основываются на цифровой обработке [8, 9, 10].

Благодаря совершенствованиям технологий создание 3D-моделей происходит в цифровом формате. При этом учитывается пространство и время, а также обеспечивается согласованность моделей в соответствии с общими требованиями. В геодезических территориальных базах данных стали доступны инновационные цифровые методы хранения, модификации и применения геопространственной информации [7].

ГИС формируется с помощью геоинформационного пространства, которое включает в себя развитие современных карт.

Следовательно, данные в геоинформационных системах могут быть представлены несколькими способами: в виде векторной или растровой графики, облака точек или трехмерной визуализации [11].

Современные геоинформационные системы (ГИС) призваны решать ряд ключевых задач. Среди них – установление пространственного размещения объектов и описания их свойств, выявление существующих между ними связей и фиксация происходящих трансформаций. Важным аспектом является визуализация полученных данных в форме понятного графического отображения. Кроме того, ГИС активно применяются для реализации различных видов моделирования [12].

Технологии дистанционного зондирования и геоинформационные системы образуют неразрывную связь. Информация, получаемая посредством методов дистанционного зондирования, активно интегрируется в ГИС для формирования баз данных и разработки картографических материалов [13, 14].

В свою очередь, ГИС предоставляют функциональные возможности для преобразования и углубленного анализа собранной информации дистанционного зондирования, таким образом повышая её применимость в разнообразных областях, например, в территориальном планировании, научных изысканиях и процессе принятия управленческих решений.

Геодезические изыскания являются неотъемлемой частью процесса формирования и актуализации геоинформационных систем. Специалисты в области геодезии, применяя разнообразные методики и инструменты, осуществляют измерения на местности, фиксируя координаты объектов и интегрируя их в ГИС с добавлением требуемых атрибутов. В данном контексте, геоинформационные системы функционируют как специализированное информационное хранилище, представляющее собой базу данных, предназначенную для обработки и анализа геопространственной информации [10].

В геодезической отрасли геоинформационные системы играют существенную роль в выполнении разнообразных задач, включая топосъемку (рис. 1), кадастровое землеустройство и строительное проектирование. Эти системы помогают не только собирать и структурировать геопространственные данные, но и визуализировать

их в виде карт и схем, что значительно упрощает профессиональную деятельность геодезистов, инженеров и проектировщиков.

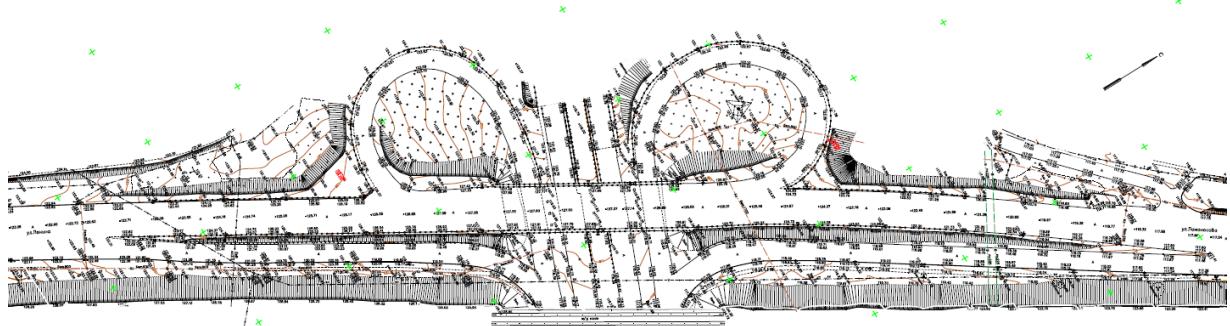


Рис.1. Топографическая съемка местности

Геодезисты, используя разные методы съемок, измеряют поверхность земля. Эти данные преобразуются в цифровой формат с использованием геоинформационных систем.

В результате, наблюдается рост использования цифровых ГИС вместо классических карт. Это позволяет более точно и наглядно представить географическую информацию.

Геодезические приборы играют важную роль в строительстве и проектировании.

Рассмотрим геодезическое оборудование, применяемое для совершенствования систем. Они позволяют с высокой точностью определять координаты точек на местности, углы и расстояния, что необходимо для планирования, проектирования и контроля строительных работ. Без этих инструментов невозможно представить современное строительство, особенно при возведении крупных и сложных объектов.

Тахеометры представляют собой геодезические устройства, сочетающие в себе возможности теодолитов и дальномеров. Они используются для вычисления горизонтальных и вертикальных углов, а также определения расстояний до различных объектов.

Данные приборы находят широкое применение при возведении зданий, мостовых сооружений, дорожных магистралей и прочих объектов инфраструктуры. Тахеометры позволяют инженерам и архитекторам с высокой точностью устанавливать координаты местоположения, определять высоту рельефа и уклон земной поверхности, что является неотъемлемой частью процесса подготовки оснований и разработки проектной документации.

Геодезические нивелиры используются для вычисления разницы в высоте между отдельными точками на местности. Это крайне важно при создании горизонтальных поверхностей, таких как дорожные покрытия, полы в зданиях или площадки для строительства. Существуют автоматизированные версии нивелиров, которые упрощают процесс измерений и повышают точность итоговых результатов.

Современные GPS-устройства предоставляют возможность высокоточного позиционирования с обновлением данных в текущем времени. В строительной индустрии и при реализации проектов инфраструктуры их применяют для вычисления местоположения и высоты различных объектов [9, 15].

С их помощью создаются детальные цифровые планы местности, контролируется перемещение техники на объектах что, приводит к повышению эффективности выполнения работ [16].

Лазерное сканирование дает возможность работать в труднодоступных условиях, а также с объектами сложной формы. Использование сканера позволяет повысить точность и детальность топографической съемки в инженерно-геодезических изысканиях.

Помимо перечисленного геодезического оборудования, существует множество других инструментов, используемых в геодезии.

Далее эти данные интегрируются в ГИС системы, что позволяет создавать цифровые модели местности (рис. 2), проводить анализ и оценку территории.

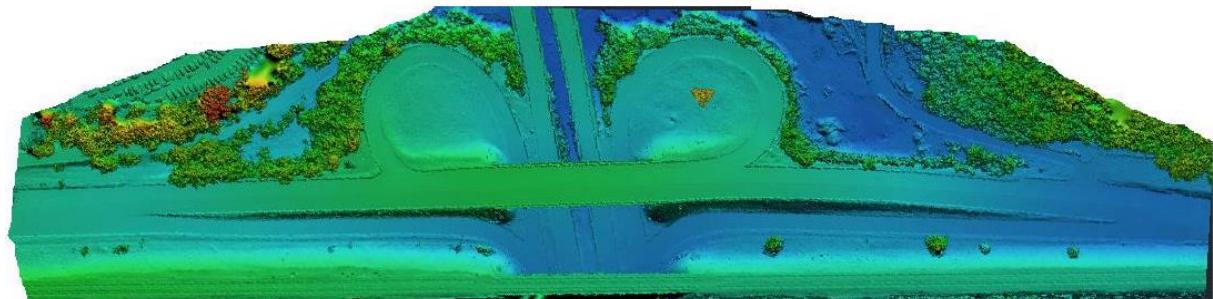


Рис. 2. Пример цифровой модели местности

В геодезической практике геоинформационные системы (ГИС) являются важнейшим инструментом для улучшения аккуратности и продуктивности измерений. Применение передовых технических средств и специализированного софта позволяет специалистам в области геодезии эффективно получать, систематизировать и изучать большие массивы геопространственной информации с минимальной погрешностью. Это имеет первостепенное значение для проведения инженерных исследований, кадастровых работ и наблюдения за состоянием земельных участков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абросин, С.А. Сравнительная характеристика ГИС программ для более оптимальной работы в геодезии / С. А. Абросин, М. Б. Реджепов // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2018. – № 1(6). – С. 157-159. – EDN YNQQNF.
2. Бирюкова, Т.В. Геопространственные данные объектов культурного наследия в региональной геоинформационной системе Воронежской области / Т. В. Бирюкова, М. Б. Реджепов, В. В. Шумейко // Природообустройство и природопользование геоландшафтов. – 2023. – № 3. – С. 33-37. – EDN FZETMH.
3. Брынь, М.Я. Разработка методов повышения точности геодезического обеспечения городского кадастра : дис. ... док. тех. наук : 25.00.32 / Брынь Михаил Ярославович. - Санкт-Петербург, 2015. - 275 с.
4. Вострокнутов, А.Л. Основы топографии: учебник для среднего профессионального образования. М.: Издательство Юрайт, 2018. 196 с.
5. Жиленев, М.Ю. Обзор применения мультиспектральных данных Д33 и их комбинаций при цифровой обработке / М. Ю. Жиленев // Геоматика. - 2009. - № 3. - С. 56-64.
6. Закатов, П.С. Курс Высшей геодезии / П. С. Закатов. - М. : Недра, 1976. -510 с.
7. Инструкция по полигонометрии и трилатерации: утв. Гл. упр. геодезии и картографии при Совете Министров СССР 4.11.76. - Москва : Недра, 1976. - 105 с.
8. Логинов, В.Ф. GPS в геодезическом обеспечении кадастра/В. Ф. Логинов, В. Ф. Манухов // Геодезия и картография. 2005. № 3. С. 34 -35.
- Макаров, К. Н. Инженерная геодезия : учебник для среднего профессионального образования. - М. : Издательство Юрайт, 2019. 243 с.

9. Применение технологии геоинформационного моделирования при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов / М. Б. Реджепов, Б. А. Попов, В. А. Костылев, И. В. Нестеренко // Природообустройство и природопользование геоландшафтов. – 2021. – № 1. – С. 15-21. – EDN EPOPNL.

10. Реджепов, М.Б. Исследование и совершенствование методов сбора и обработки геопространственной информации для изыскания линейных сооружений / М. Б. Реджепов, К. С. Гордеева // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства : Материалы I международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ, Воронеж, 30 апреля 2019 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 278-286. – EDN XBJRPR.

11. Советы по аэрофотосъемке : сайт. – URL: <https://metashape.ru/docs/sovety-po-aerofotosemke-s-bpla-samolyotnogo-tipa/> – Текст: электронный.

12. Фурман, Б.А. Совершенствование геодезического обеспечения территории Республики Беларусь на основе применения спутниковых технологий / Б. А. Фурман // Земля Беларуси. - 2008. - № 4. - С. 43-47.

13. Чандра, А.М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А. М. Чандра, С. К. Гош. - М. : Техносфера, 2008. -312 с. Съёмка фасадов геодезическими методами: сайт. – URL: <https://geostart.ru/post/996> – Текст: электронный.

14. Шовенгерд, Роберт А. Дистанционное зондирование. Методы и модели обработки изображений / Роберт А. Шовенгерд. - М. : Техносфера, 2010. - 560 с.

15. Фасадная аэросъёмка при помощи бюджетных БПЛА : сайт. – URL: <https://fotometr.ru/portfolio/preobrajenie/> – Текст: электронный.

16. Трухин, Ю.Г. Особенности современного этапа развития КРТ и практических подходов к управлению недвижимостью / Ю. Г. Трухин, Н. И. Трухина, Г. Б. Вязов // Real Estate: Economics, Management. – 2023. – № 4. – Р. 41-44. – DOI 10.22337/2073-8412-2022-4-41-44. – EDN KCVGEZ.

Netrebina Y.S., Candidate of Geographical Sciences, Docent

Ryzhkova V.I., student

Voronezh State Technical University

Esennikov O.V., Candidate of Technical Sciences

LLC NPO “Gidrotekhproekt”

ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS IN GEODETICS

The article analyzes the implementation of obtaining spatial information during engineering and geodetic surveys.

Key words: geoinformation systems (GIS), spatial information, remote sensing, digital form

Харитонова Т.Б., канд. техн. наук, доцент
Воронежский государственный технический университет
Акиньшин С.И., канд. техн. наук, доцент
Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
Казарина А.В., студент
Воронежский государственный технический университет

СОВРЕМЕННОЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Проанализированы инженерно-геодезические изыскания, которые являются одной из самых важных частей, неотделимых от процесса строительства в наши дни, обеспечивая достоверные и точные данные о ситуации, имеющих место объектах, инженерных коммуникациях, а также о рельефе местности. Всё это закладывает фундамент для правильного проектирования, безопасного строительного процесса, эффективной эксплуатации возводимых сооружений. Не имея на руках геодезические данные высокого качества, не получится обеспечить соответствие проекта настоящим условиям местности. Помимо этого, точное вынесение проекта в натуру, а также контроль соблюдения на всех этапах геометрических данных не будет возможным.

Ключевые слова: геодезическое обеспечение строительства, электронные тахеометры, спутниковые системы, ГНСС, лазерное сканирование, BIM, цифровой двойник.

Исторически оптико-механические приборы, как, например, рулетки, нивелиры, теодолиты, использовались для ручного геодезического измерения [3, 4]. Невзирая на фундаментальность, данные методы накладывали ощутимые не только трудовые, но также и временные затраты. Вдобавок квалификация и опыт исполнителя сильно влияли на точность измерений. А это вело к субъективным ошибкам и просчетам. Всё изменилось с развитием электронных приборов, внедрением спутниковых навигационных систем и технологий лазерного сканирования. Это повлекло перемены в традиционных подходах, так как стало возможной автоматизированная высокотехнологичная обработка данных в цифровом виде. Повысилась их точность и оперативность [5].

Практика инженерных изысканий нуждается в широком внедрении современных, актуальных методов измерений. В этом заключается актуальность темы. В наши дни кратко растут требования по точности и безопасности из-за масштабов и условий довольно плотной городской застройки. В особенности это относится к таким проектам, как мосты, тоннели, скоростные автомагистрали. Тут на помощь и приходят современные геодезические технологии, обеспечивая помимо традиционной съемки местности ещё и комплексный мониторинг деформаций и кренов зданий, а также контроль соблюдения проектных решений. Не стоит забывать и об интеграции полученных данных в BIM-модели (Information Modeling) с созданием цифровых двойников объектов капитального строительства [1, 2, 6].

Цель исследования

Цель данной работы можно определить как предоставление комплексного анализа современных технологий геодезического обеспечения строительства зданий и сооружений, в том числе определение технических и эксплуатационных возможностей.

Данная работа также преследует своей целью предоставление оценки перспективам их практического применения в будущем.

Чтобы справиться с вышеописанными целями в работе решаются следующие задачи:

- Рассмотрение эволюции и актуального состояния электронной тахеометрии;
- Исследование принципов работы, а также области применения спутниковых геодезических систем (ГНСС);
- Анализ технологии наземного лазерного сканирования (НЛС) в роли метода получения высокоплотных облаков точек с созданием точных моделей 3D;
- Сравнительный анализ указанных выше технологий с детальным рассмотрением преимуществ, ограничений и экономического аспекта каждой из них;

Научная новизна исследования заключается в системном сопоставлении различных методов геодезических измерений применительно к полному жизненному циклу строительного объекта и в определении оптимальных путей их интеграции в сквозные цифровые процессы проектирования и строительства [8, 9].

Ход и результаты исследования

В 1990-е годы электронные тахеометры пришли на замену оптико-механическим инструментам. Сменилась технологическая парадигма геодезии. Это стало ключевым этапом цифровизации отрасли. Электронный тахеометр сам по себе является интегрированной измерительной системой и объединяет в конструктивном плане возможности теодолита для определения углов и светодальномера для вычисления расстояний. В качестве ключевой особенности электронного тахеометра можно выделить автоматизированное вычисление пространственных координат, а также угловых величин и превышений с последующим сохранением массива данных, что помогает исключить погрешности, которые свойственны ручному ведению журналов измерений [6, 7].

Современные модификации тахеометров отличаются высокопроизводительными встроенными контроллерами. В эти контроллеры заложены специальное программное обеспечение с понятным, интуитивным интерфейсом и функции беспроводной коммутации с вычислительными устройствами. Данные усовершенствования обеспечивают оперативную обработку геопространственной информации прямо в полевых условиях. Помимо этого, становится возможным оперативное построение цифровых моделей рельефа и местности. Также специальное программное обеспечение помогает выполнять разбивочные работы с высокой точностью, вычислять объемы земляных масс и осуществлять контроль монтажных операций с визуализацией отклонений в реальном времени [10].

Более совершенные роботизированные тахеометры имеют на борту системы автоматического поиска, наведения на отражатель и сопровождения подвижной цели. Если ранее некоторые задачи были под силу только полевой бригаде, то с роботизированными тахеометрами это может сделать даже один специалист. Вследствие этого оптимизируются трудозатраты, а уровень безопасности на объектах повышается. Там, где необходим непрерывный контроль с высочайшей степенью позиционирования, подобные решения как раз и применяются. Например, это касается мостовых переходов, тоннелей, высотных сооружений [11].

Следующим шагом стало появление и внедрение безотражательных тахеометров. Главная функция - измерение дистанции непосредственно до поверхности объектов на расстояниях в сотни метров.

Функционал незаменим при выполнении съемки опасных или же труднодоступных мест [2]. Например, обрывы, высотные фасады или элементы действующих производств. Большинство моделей оснащены встроенными камерами, которые обеспечивают визуальный контроль, а также фотофиксацию каждой измеряемой точки. Это упрощает процесс последующей идентификации объектов.

Если говорить о достоинствах электронной тахеометрии, то к ним относятся метрологическая точность, универсальность применения, а также независимость от уровня освещенности. Что касается недостатков, то нельзя не упомянуть об ограничении в производительности при необходимости формирования высокоплотных и детализированных 3D моделей достаточно сложных объектов. Для подобных задач лучше подходят технологии спутникового позиционирования и лазерного сканирования.

Запуск первого искусственного спутника Земли в далеком 1957 году инициировало развитие космической навигации. Это же событие стало катализатором и для развития спутниковой геодезии [12]. С появлением навигационных систем TRANSIT и NAVSTAR GPS стало возможным определение координат точек земной поверхности без прямой видимости между ними. Настоящая революция в геодезии и картографии.

Система GPS строится на принципе прецизионного измерения дальностей между приемником и группой спутников на основе времени прохождения радиосигнала. Задача трехмерного позиционирования требует одновременный прием сигналов минимум с четырех космических аппаратов. Нынешние двухчастотные геодезические приемники используются в сочетании с методами постобработки или коррекциями реального времени. Именно эта связка и достигает сантиметровую и миллиметровую точность в координировании.

Помимо американской системы GPS существуют также и российская ГЛОНАСС, европейская Galileo, китайская BeiDou [13]. В условиях сложного рельефа местности, как, например, в городской застройке или в лесных массивах, очень сложно обеспечить глобальное покрытие, повышенную надежность и устойчивость приема сигналов. Однако для решения этой тяжелой задачи применяется связка нескольких спутниковых систем в режиме ГНСС, область применения которой характеризуется весомой широтой в строительной индустрии. Создание и развитие опорных геодезических сетей, мониторинг деформаций инженерных сооружений, выполнение кадастровых работ и вынос в натуру основных осей зданий в наши дни не обходится без использования ГНСС. Всё это способствовало широкому внедрению таких технологий, как RTK и NRTK, которые в свою очередь обеспечивают определение координат в режиме реального времени, достигая точности 1-2 см без необходимости в последующих обработках полученных данных. Установка RTK-приемников на строительную технику способствует высокоеэффективному контролю пространственного положения элементов конструкций. Это особенно эффективно при возведении крупномасштабных объектов. К числу ключевых достоинств спутниковых методов относятся высокая производительность измерений, независимость от необходимости прямой видимости между пунктами и всепогодность. Основным ограничением традиционно считается несколько меньшая точность определения высотной составляющей по сравнению с плановыми координатами, особенно в условиях плотной городской застройки. Указанный недостаток нивелируется применением уточненных геоидных моделей и комбинированных технологий, интегрирующих ГНСС с тахеометрами и нивелирами.

Наиболее прогрессивным направлением в инженерной геодезии признана технология наземного лазерного сканирования (НЛС). Она обеспечивает высокоточное и сверхдетальное пространственное сканирование объектов и рельефа посредством регистрации миллионов точек в секунду, что позволяет в сжатые сроки создавать их точные цифровые реплики.

Принцип действия лазерного сканера базируется на измерении расстояния до поверхности по времени прохождения отраженного лазерного импульса (импульсный метод) или по фазовому сдвигу волны (фазовый метод). Пространственное положение каждого измерительного луча определяется встроенными высокоточными датчиками углов. Результатом съемки является «облако точек» – массив данных, содержащий трехмерные

координаты и, как правило, отражательные или цветовые характеристики каждой точки поверхности объекта.

На основе этих данных генерируются точные цифровые и твердотельные трехмерные модели зданий, технологических установок и элементов инфраструктуры. Указанные модели активно применяются для решения задач реконструкции, технической инвентаризации, контроля деформаций и мониторинга текущего состояния сооружений.

Технологический процесс лазерного сканирования включает этапы подготовки и проектирования съемки, непосредственного сканирования с нескольких станций для минимизации «мертвых зон», совмещения и сшивки отдельных сканов в единую координатную систему, и последующей постобработки данных. Использование специализированного программного обеспечения позволяет выполнять фильтрацию шумов, классификацию точек, строить поверхности, сечения и формировать 3D-модели, пригодные для интеграции в САПР и BIM-системы [14].

Ключевыми преимуществами НЛС являются беспрецедентная производительность и полнота съемки, возможность получения исчерпывающей информации о геометрии объекта любой сложности, а также высочайшая точность. Основными сдерживающими факторами распространения остаются высокая стоимость оборудования и значительные требования к вычислительным мощностям для обработки и хранения больших массивов данных.

На практике лазерное сканирование применяется для контроля монтажа строительных конструкций, точной оценки объемов земляных работ и складированных материалов, цифрового моделирования сложных фасадов и объектов культурного наследия. В синергии с методами фотограмметрии технология позволяет получать не только высокоточные, но и фотoreалистичные текстурированные 3D-модели.

Современное геодезическое обеспечение строительства основывается на глубокой интеграции трех ключевых технологических направлений: электронной тахеометрии, спутниковых ГНСС-технологий и наземного лазерного сканирования. Их комплексное применение позволяет компенсировать индивидуальные ограничения каждого метода и обеспечивает синергетический эффект, выражющийся в повышении точности, надежности и степени автоматизации измерительных процессов. Это способствует сокращению сроков проектирования и строительства, а также повышает уровень технического контроля и безопасности на всех этапах жизненного цикла объекта.

В рамках этой интеграции электронные тахеометры сохраняют статус универсального инструмента для разбивочных и исполнительных работ, особенно на закрытых площадках и там, где требуется максимальная точность. Спутниковые системы являются незаменимым средством глобального позиционирования и создания геодезического обоснования на обширных территориях. Лазерное сканирование выступает в качестве основного источника детализированных и полных трехмерных данных о сложных объектах и рельефе.

Перспективы развития инженерной геодезии связаны с дальнейшей конвергенцией этих и перспективных технологий в единую цифровую экосистему. В эту экосистему интегрируются беспилотные летательные аппараты, оснащенные лазерными сканерами и фотокамерами, мобильные сканирующие комплексы, передовые геоинформационные системы и, что наиболее значимо, платформы информационного моделирования зданий и сооружений (BIM).

Подобная всеобъемлющая интеграция составляет технологическую основу для реализации концепций «умного строительства» и создания «цифровых двойников» физических активов [10]. Цифровой двойник, актуализируемый данными с геодезических сенсоров, позволяет не только визуализировать объект, но и проводить его комплексный

анализ, моделировать сценарии эксплуатации, прогнозировать износ и оптимизировать управление всем его жизненным циклом.

Проведенный анализ свидетельствует о том, что современные технологии инженерно-геодезических изысканий вышли на качественно новый уровень цифровизации и интеллектуализации. Электронные тахеометры, спутниковые системы позиционирования и лазерное сканирование, будучи взаимодополняющими инструментами, формируют мощный геодезический комплекс, являющийся неотъемлемым элементом современного строительства.

Ключевой компетенцией инженера-геодезиста становится способность оптимально комбинировать эти технологии в зависимости от специфики проекта. Дальнейшее развитие отрасли будет ориентировано на усиление роли искусственного интеллекта в обработке данных, полную автоматизацию полевых измерений и углубление интеграции с BIM, что приведет к созданию непрерывного, управляемого данными цикла введения и эксплуатации объектов инфраструктуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. El-Ashmawy K. L., "A comparison between analytical aerial photogrammetry, laser scanning, total station and global positioning system surveys for generation of digital terrain model," *Geocarto International*, vol. 30, no. 2, pp. 154-162, 2015.
2. Marnoto J. Building 3D city models: Testing and comparing Laser scanning and low-cost UAV data using FOSS technologies. Электронный ресурс. <http://www.sigte.udg.edu/jornadassiglibre/> (дата обращения: 29.10.2018).
3. Геодезические работы при строительстве инженерных коммуникаций / Б. А. Попов, А. И. Колосов, Ю. С. Нетребина [и др.]. – Воронеж : Центрально-Черноземное книжное издательство, 2023. – 115 с. – ISBN 978-5-7458-1342-9. – EDN RCRTC.
4. Геодезия в строительстве / Б. А. Попов, М. Б. Реджепов, Ю. С. Нетребина, Я. В. Вобликова. – Воронеж : Центрально-Чернозёмное книжное издательство, 2021. – 152 с. – ISBN 978-5-7458-1324-5. – EDN FTHZJL.
5. Как применять БПЛА для геодезии. - URL: https://bespilotnik.org/info/articles/2018/kak_primenyat_bpla_dlya_geodezii/ (дата обращения: 11.10.2018). - Текст : электронный.
6. Комиссаров, А.В. Теория и технология лазерного сканирования для пространственного моделирования территорий : специальность 25.00.34 : Диссертация на соискание степени доктора технических наук / Комиссаров А.В. ; Сиб. гос. ун-т геосистем и технологий. - Новосибирск, 2016.
7. Комиссаров, А.В. Общие принципы формирования виртуальных снимков по данным наземной лазерной съёмки [Текст] / А. В. Комиссаров, И. Т. Антипов, Л.К. Зятькова // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 45-49.]
8. Применение технологии геоинформационного моделирования при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов / М. Б. Реджепов, Б. А. Попов, В. А. Костылев, И. В. Нестеренко // Природообустройство и природопользование геоландшафтов. – 2021. – № 1. – С. 15-21. – EDN EPOPNL.
9. Притуло, А.И. Исследование использования беспилотных летательных аппаратов в геодезии / А. И. Притуло, Т. Б. Харитонова, М. Б. Реджепов // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 2(2). – С. 51-54. – EDN ATJVJG.
10. Середович, В.А. Наземное лазерное сканирование: монография / В.А. Середович, А.В. Комиссаров, Д.В. Комиссаров, Т.А. Широкова. – Новосибирск : СГГА, 2009. - 261 с.

11. Совершенствование системы кадастрового учета объектов недвижимости по показателям их технического состояния / Ю. А. Цыпкин, Ю. Г. Трухин, Г. А. Калабухов, Н. И. Трухина // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2025. – Т. 20, № 4(243). – С. 236-245. – DOI 10.33920/sel-04-2504-06. – EDN ZEIZB.

12. Сравнение источников высокоточных ДДЗ: воздушное лазерное сканирование с пилотируемых носителей и фотосъемка с БПЛА. - URL: <http://net.knigix.ru/24raznoe/523784-1-radarnie-proekti-sravnenie-istochnikov-visokotochnih-ddz-vozdushnoe-lazernoe-skanirovanie-pilotiru.php>. (дата обращения: 19.10.2018). - Текст : электронный.

13. Сравнение наземного лазерного сканирования со съемкой с БПЛА. - URL: <https://sovzond.ru/press-center/news/kosmos/4679/>. (дата обращения: 19.09.2018). - Текст : электронный.

14. Трухин, Ю.Г. Особенности современного этапа развития КРТ и практических подходов к управлению недвижимостью / Ю. Г. Трухин, Н. И. Трухина, Г. Б. Вязов // Real Estate: Economics, Management. – 2023. – N 4. – P. 41-44. – DOI 10.22337/2073-8412-2022-4-41-44. – EDN KCVGEZ.

Kharitonova T.B., Candidate of Technical Sciences, Docent

Voronezh State Technical University

Akinshin S.I., Candidate of Technical Sciences, Docent

Military educational and Scientific Center «Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin»

Kazarina A.V., student

Voronezh State Technical University

MODERN GEODETIC SUPPORT FOR THE CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

This article analyzes engineering and geodetic surveys, which are one of the most important components of the construction process today, providing reliable and accurate data on the situation, existing facilities, utility lines, and terrain. All of this lays the foundation for proper design, safe construction, and efficient operation of the structures being constructed. Without high-quality geodetic data, it is impossible to ensure the design complies with current site conditions. Furthermore, accurately plotting the design on site and monitoring compliance with geometric data at all stages will be impossible.

Key words: geodetic support for construction, electronic total stations, satellite systems, GNSS, laser scanning, BIM, digital twin.

Харитонова Т.Б., канд. техн. наук, доцент

Воронежский государственный технический университет

Акиньшин С.И., канд. техн. наук, доцент

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Ключкова М.С., студент

Воронежский государственный технический университет

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ АЭРОФОТОСЪЕМКЕ И ЕЕ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ В ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТАХ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) активно внедряются во многие секторы мировой экономики, и особенно это заметно в строительстве. В этой отрасли они преимущественно используются для выполнения геодезических и топографических задач. Важно отметить, что требуемая точность геодезических измерений в строительстве намного строже, нежели в других областях, таких как ведение кадастра.

Данная публикация посвящена анализу текущего положения глобального рынка БПЛА и изучению основных направлений их использования в строительной геодезии. Акцент сделан на инженерно-геодезических исследованиях, расчете объемов выемок грунта, а также на проверке и диагностике состояния строительных элементов.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, аэрофотосъёмка, фотограмметрия, геодезические измерения, строительство, инженерно-геодезическое сопровождение, наблюдение, геодезические работы.

Цель исследования

В статье изучены различные модели беспилотных воздушных судов, их классификацию и особенности съемочных работ с применением БПЛА.

Ход и результаты исследования

В процессе изучения и анализа было установлено, что согласно Федеральному закону от 03 марта 1997 №60-ФЗ, беспилотное воздушное судно определяется как воздушное судно, управляемое пилотом, находящимся вне его борта (внешний пилот) [2]. Этот закон также определяет беспилотную авиационную систему, как комплекс взаимосвязанных компонентов: один или несколько беспилотных аппаратов, оборудование для взлета и посадки, системы управления и контроля за полетом одного или нескольких БПЛА.

Компания Drone Industry Insights в 2024 году опубликовала исследование глобального рынка беспилотников, в котором выяснилось, что наиболее востребованными областями применения беспилотных летательных аппаратов в гражданском секторе остаются геодезия, картография, а также контроль состояния объектов. В энергетике около 83% всех операций БПЛА связаны с мониторингом инфраструктуры, включая линии электропередач. Благодаря внедрению дронов, минимизировался риск для жизни работников и снизились затраты компаний и отрасли в целом [1].

В области недвижимости и промышленного контроля примерно 67% запусков БПЛА совершаются с целью обследования состояния объектов. В строительной

индустрии дроны в основном (в 80% случаях) используются для картографических и геодезических работ. Такой подход позволил повысить безопасность сотрудников, ускорить получение геопространственной информации, а также осуществлять управление проектами более эффективно, сокращая временные и финансовые затраты [3].

Таким образом, беспилотные летательные аппараты демонстрируют значительный потенциал в различных отраслях экономики и промышленности. Они стали важным инструментом для рационализации ресурсов, снижения потребности в физическом труде и увеличения результативности рабочих процессов во всем мире.

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 57258-2016 «Системы беспилотные авиационные. Термины и определения», классификация беспилотных воздушных судов выглядит таким образом [4].

Различают несколько основных типов беспилотных воздушных судов. Воздушное судно, управление траекторией которого осуществляется с помощью силовой установки и специальных устройств называется дирижаблем. Мультикоптер – это летательный аппарат с произвольным количеством несущих винтов, тогда как квадрокоптер характеризуется четырьмя несущими винтами, вращающимися попарно в противоположных направлениях. Также, выделяют малые беспилотные воздушные аппараты с взлетной массой менее 30 кг, и легкие дистанционно пилотируемые воздушные суда, масса которых не превышает 150 кг [3].

Но существующая система классификации не позволяет в полной мере передать современное состояние и динамичное развитие рынка дронов. Разнообразие БПЛА огромно, благодаря множеству конфигураций и компонентов. Пока производители не ограничены строгими стандартами, а регулирующие органы не представляют обязательных требований к оборудованию летательных устройств.

Современная классификация беспилотных летательных аппаратов основывается на нескольких важных критериях. К ним относятся функциональное назначение и тип системы управления, соблюдаемые правила полета, взлетная масса и конструктивные особенности самого летательного аппарата, включая тип крыла и способы взлета и посадки [5, 6]. Не менее значимы параметры силовой установки и топливообеспечения, класс воздушного аппарата, определяемый массой и возможностями по дальности полета, а также предел высоты, на которой дрон способен эффективно выполнять задачи [7]. В зависимости от конструкции различают четыре основных типа беспилотных летательных аппаратов:

1. Мультироторные (мультикоптерные) дроны;
2. Дроны самолетного типа;
3. Дроны вертолетного типа;
4. Гибридные аппараты.

Многороторные дроны получили широкое распространение как среди профессионалов, так и среди любителей. Они представляют собой платформу, оснащенную от трех до двенадцати бесколлекторными двигателями с пропеллерами. Модель с четырьмя моторами известна как квадрокоптер, с шестью – гексакоптер, с восемью – октокоптер.

Преимущества мультикоптерных дронов заключаются в простой конструкции и доступной цене. К основным достоинствам относятся способность к вертикальному взлету и посадке, умение зависать над объектом и встроенная система стабилизации фотокамеры, что делает их удобными для профессионального и любительского использования [8].

Беспилотные летательные аппараты самолетного типа существенно отличаются по устройству от моделей с несколькими роторами. Для полета и создания подъемной силы они опираются на аналогичные принципы аэродинамики, применяемые в

классических самолетах. Самолетные дроны подразделяются на два основных типа: фюзеляжный и летающее крыло [9].

Размеры используемого крыла оказывают непосредственное влияние на аэродинамические свойства дрона. В связи с этим, дрон фюзеляжного типа часто обладают значительным весом, позволяющим им перевозить увеличенную нагрузку и демонстрировать повышенную стабильность во время полета. Однако, эта конфигурация подразумевает достаточно сложную конструкцию, что сказывается на стоимости ремонта и усложняет процедуры обслуживания и эксплуатации. Запуска таких беспилотников осуществляется с помощью катапульты, а посадка выполняется с использованием парашютной системы.

Конструкция беспилотного летательного аппарата типа «летающее крыло» отличается своей простотой, у них есть определенные ограничения — небольшая грузоподъемность и сравнительно небольшие габариты. Эти факторы снижают эффективность транспортировки грузов в сравнении с дронами фюзеляжного типа. В тоже время, они имеют способность самостоятельного взлета, без необходимости применения специальных пусковых установок [10].

Вертолетные беспилотники, оснащенные единственным основным ротором, во многом схожи по устройству с обычными вертолетами. В отличие от моделей с несколькими роторами, в таких дронах используется лишь один большой несущий винт и компактный рулевой винт для поддержания стабильного направления движения. Данные аппараты обычно демонстрируют большую выносливость в воздухе и часто оборудуются двигателями внутреннего сгорания. Как правило, уменьшение количества винтов снижает воздействие реактивных моментов, улучшая общую производительность и управляемость устройства. Тем не менее, они обладают рядом ограничений: высокой ценой, непростой конструкцией, высокими затратами на обслуживание и требованием квалифицированного персонала для управления ими.

Беспилотные летательные аппараты гибридного типа объединяют лучшие качества фиксированных крыльев — увеличенное время пребывания в воздухе — и мультикоптеров, обеспечивающих вертикальный взлет и посадку. Несмотря на то, что исследования по созданию таких устройств начались еще в шестидесятых годах прошлого века и не получили широкого распространения, внедрение инновационных сенсоров и технологических решений стимулировало новый всплеск интереса к ним и ускорило их совершенствование [11].

Важно подчеркнуть, что подавляющее большинство современных гражданских дронов работают от электромоторов. Их параметры непосредственно влияют на максимальную продолжительность и дальность полета. Компактные модели обычно остаются в воздухе от двадцати до сорока пяти минут, а более крупные устройства обладают меньшей выносливостью, но позволяют перевозить значительный груз [12].

В российском секторе беспилотных летательных аппаратов наблюдаются специфические черты, выделяющие его среди зарубежных аналогов. Во-первых, доминируют компании, специализирующиеся на создании БПЛА военного назначения, тогда как фирмы, занимающиеся разработкой гражданских и потребительских моделей, не имеют значительного присутствия либо вовсе отсутствуют. Во-вторых, большая часть комплектующих для этих аппаратов импортируется, поскольку собственное производство в России ограничено. Кроме того, обширная площадь территории России оказывает влияние на практическое использование дронов, сужая спектр их возможностей.

В геодезии при строительстве беспилотные летательные аппараты нашли широкое применение, особенно перспективным является их использование для инженерно-геодезических изысканий. Благодаря этому возможно собирать информацию о сложных локациях, например, о заброшенных или заболоченных территориях, где обычный

доступ затруднён из-за проблем с согласованием с владельцами земли или рисков для специалистов [13].

Тем не менее, технология использования дронов не лишена недостатков. К ним относятся трудности с оформлением необходимых разрешений на полёты, ограниченность данных под густой растительностью (без применения дорогостоящих воздушных лазерных сканеров), а также вероятность ошибок при измерении высот на луговых площадях и существенные отклонения при создании детальных моделей местности над водными поверхностями.

Определение объемов земляных работ при проведении строительных проектов – еще одна многообещающая сфера применения дронов [11]. Полученные данные отличаются высокой точностью, детализацией и скоростью обработки, что демонстрирует значительное преимущество использования БПЛА для решения этой задачи на территориях размером от 3 гектаров и более.

Применение беспилотных летательных аппаратов в строительной сфере расширяется за счет мониторинга, контроля этапов и соблюдения графика выполнения работ, а также обследования строительных конструкций. Эта область применения становится все более важной, учитывая большое число зданий и сооружений со значительным износом [14, 15]. Традиционное обследование таких объектов может быть опасным для персонала. Использование дронов позволяет создать детальную трехмерную модель здания и выявлять на изображениях различные повреждения, такие как трещины и сколы, которые могут представлять опасность для целостности строения.

Внедрение дронов в геодезические работы при строительстве открывает широкие возможности для модернизации индустрии строительства [16]. Использование БПЛА существенно повышает продуктивность инженерно-геодезических исследований, гарантирует быстрое получение достоверных пространственных данных и сокращает затраты труда по сравнению с обычными методами измерения. С помощью современных технологий фотограмметрии и специализированного софта появляется возможность создавать реалистичные трехмерные модели ландшафта и зданий с высоким уровнем проработки деталей.

Однако следует принимать во внимание ряд ограничений, включая нормативные, технические и организационные аспекты. Перспективным вектором развития представляется усовершенствование законодательства, увеличение точности позиционирования и объединение информации, собранной с помощью беспилотников, с данными наземных съемок.

Таким образом, использование дронов в геодезии при строительстве позволяет улучшить качество и скорость проведения работ, уменьшить расходы и обеспечить безопасность персонала, благодаря чему эта технология стала важной составляющей современного инженерного сопровождения строительства.

Хотя применение беспилотных летательных аппаратов сталкивается с рядом препятствий – от законодательных ограничений до трудностей в управлении определенными моделями и технических проблем при работе в лесистых местностях или над водой – их перспективы остаются весьма широкими. Постоянное совершенствование технологий и внедрение новых разработок расширяют спектр применения БПЛА, превращая их в ключевой инструмент для наблюдения, инспекции и составления карт местности.

В заключение следует подчеркнуть, что беспилотные летательные аппараты являются многообещающим и быстро прогрессирующим инструментом, широко применяемым во многих сферах экономики и производства. Большой выбор моделей – от дронов с несколькими винтами до комбинированных вариантов – предоставляет обширные перспективы для выполнения разнообразных специализированных заданий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Drone Industry Insights. Drone Market Report 2024. — Hamburg, 2024. — Текст: электронный.
2. Воздушный кодекс Российской Федерации от 19.03.1997 № 60-ФЗ. - Текст: электронный.
3. ГОСТ Р 57285–2016 «Системы беспилотные авиационные. Термины и определения». - Текст: электронный.
4. СП 11-104-97 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства». - Текст: электронный.
5. Бердиев, Р.М. Анализ современных геодезических технологий, их применение в строительстве / Р. М. Бердиев, М. Б. Реджепов, С. И. Акиньшин // SCIENCE AND EDUCATION: PROBLEMS AND INNOVATIONS : сборник статей V Международной научно-практической конференции, Пенза, 27 июля 2020 года. – Пенза : "Наука и Пропагандирование" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2020. – С. 311-314. – EDN CNEXHR.
6. Гайдуков, И.А. Применение беспилотных летательных аппаратов в инженерных изысканиях / Гайдуков И.А., Пастухов А.В. — СПб. : Политех-Пресс, 2019. — 178 с.
7. Дронов, А.С., Использование беспилотных летательных аппаратов в строительстве и мониторинге объектов / Дронов А.С., Чернышов В.П. — М. : Инфра-Инженерия, 2022. — 245 с.
8. Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъёмки для картографирования / Зинченко О.Н., Сечин А.Ю., Дракин М.А., Киселева А.С. –Москва : Фаир-пресс, 2011.
9. Кузьмин, Д.Н. Инновационные методы геодезического контроля при строительстве с использованием БПЛА / Кузьмин Д.Н., Лебедев А.О. — Казань : КГАСУ, 2023.
10. Применение технологий геоинформационного моделирования при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов / М. Б. Реджепов, Б. А. Попов, В. А. Костылев, И. В. Нестеренко // Природообустройство и природопользование геоландшафтов. – 2021. – № 1. – С. 15-21. – EDN EPOPNL.
11. Притуло, А.И. Исследование использования беспилотных летательных аппаратов в геодезии / А. И. Притуло, Т. Б. Харитонова, М. Б. Реджепов // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 2(2). – С. 51-54. – EDN ATJVJG.
12. Реджепов, М.Б. Перспективы использования аэрофотосъемки в археологических исследованиях / М. Б. Реджепов, В. С. Косматых, Э. В. Косматых // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2023. – № 1(3). – С. 48-52. – EDN WOYUQQ.
13. Совершенствование системы кадастрового учета объектов недвижимости по показателям их технического состояния / Ю. А. Цыпкин, Ю. Г. Трухин, Г. А. Калабухов, Н. И. Трухина // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2025. – Т. 20, № 4(243). – С. 236-245. – DOI 10.33920/sel-04-2504-06. – EDN ZEPIZB.
14. Соловьёв В.В., Князев А.Н. Фотограмметрия и дистанционное зондирование в геодезии. — М.: ГеоПро, 2020. — 312 с.
15. Трухин, Ю.Г. Особенности современного этапа развития КРТ и практических подходов к управлению недвижимостью / Ю. Г. Трухин, Н. И. Трухина, Г. Б. Вязов // Real Estate: Economics, Management. – 2023. – № 4. – Р. 41-44. – DOI 10.22337/2073-8412-2022-4-41-44. – EDN KCVGEZ.
16. Трухин, Ю.Г. Особенности современных подходов к технической оценке состояния объектов городской недвижимости на этапах реализации Комплексного

Развития застроенных территорий / Ю. Г. Трухин, Н. И. Трухина // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. – 2022. – № 1(1). – С. 7-14. – EDN QTURXN.

Kharitonova T.B., Candidate of Technical Sciences, Docent

Voronezh State Technical University

Akinshin S.I., Candidate of Technical Sciences, Docent

Military educational and Scientific Center «Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin»

Klochkova M.S., student

Voronezh State Technical University

FEATURES OF THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN AERIAL PHOTOGRAPHY AND ITS PHOTOGRAMMETRIC PROCESSING IN GEODETIC WORK IN CONSTRUCTION

Unmanned aerial vehicles (UAVs) are actively being introduced into many sectors of the global economy, and this is particularly noticeable in construction. In this industry, they are mainly used to perform geodetic and topographic tasks. It is important to note that the required accuracy of geodetic measurements in construction is much stricter than in other areas, such as cadastral surveying.

This publication is devoted to analyzing the current state of the global UAV market and studying the main areas of their use in construction geodesy. The focus is on engineering and geodetic surveys, calculating the volume of excavated soil, and checking and diagnosing the condition of construction elements.

Key words: unmanned aerial vehicles, aerial photography, photogrammetry, geodetic measurements, construction, engineering and geodetic support, observation, geodetic work.

Попов Б.А., канд. сельхоз. наук, доцент
Нетребина Ю.С., канд. геогр. наук, доцент
Скороход Ю.О., ассистент
Воронежский государственный технический университет

КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

В работе обосновывается целесообразность разработки новой, всесторонней классификации объектов дорожно-транспортного строительства, как условия, необходимые для изучения точности и результативности инженерно-геодезических изысканий.

Ключевые слова: инженерно-геодезические изыскания, классификация, объекты дорожной инфраструктуры, геодезическая основа, точность измерений.

Четкая классификация объектов дорожно-транспортного строительства в геодезии необходима для решения таких задач инженерно-геодезических изысканий, как создание геодезической основы, определения точности измерений, используемых нормативных документов, определяющих оптимальный вариант строительства при сокращении сроков проектирования [1, 2].

Определение вида строительного объекта важно для выбора правильной геодезической основы изысканий, определения плотности пунктов сети и точности измерений. Правильно классифицированный объект изысканий позволяет четко установить параметры, на которые следует обратить максимальное внимание в процессе изысканий — степень застроенности территории, установить связь между существующими и строящимися объектами, наличие водных ресурсов, зеленых насаждений, выявить важные для строящегося объекта формы рельефа, территории с особыми условиями использования и ряд других факторов [3, 4].

Назначение проектируемого объекта оказывает влияние на выбор геодезической основы, так как разные виды опорных сетей предназначены для различных задач и имеют разную структуру [5].

Так, например, *топографические опорные сети* в большей степени предназначены для описательно-измерительных задач в области картографии. Они часто содержат множество пунктов, неравномерно распределенных по территории. *Инженерные геодезические сети* в большей степени предназначены для точных измерений и сбора информации с целью составления проектов, строительства и планирования. Опорные пункты этих сетей чаще всего равномерно распределены по территории и имеют упорядоченную структуру.

Кроме того, *для каждого вида съёмки* может создаваться своя особая сеть (плановая, высотная, планово-высотная).

Таким образом, классификация проектируемых объектов позволяет учитывать специфику разных задач и выбирать подходящую геодезическую основу для их решения и может существенно изменить программу инженерных изысканий.

При формировании какой-либо классификации необходимо предварительно выбрать классификационные признаки. Существующие в геодезии классификации используют такие понятия как, *назначение* (например, опорные геодезические сети, геодезические сети сгущения, съёмочные и разбивочные сети), *точность измерений*

(высокоточные -отклонения не более 0,2–1 мм; точные -1-10мм); технические (более 10 мм), *сроки использования* (временные, постоянные пункты) и т.д.

Авторы предлагают ввести еще один обязательный параметр для инженерно-геодезических изысканий объектов транспортного строительства – *объект изысканий* [7].

В настоящее время для решения основной задачи инженерных изысканий – поиска оптимального варианта расположения проектируемого объекта, наравне с традиционными геодезическими методами, широко используются беспилотные летательные аппараты, цифровое моделирование рельефа, автоматизация построения планов и профилей. Однако существует ряд проблем, без решения которых затруднено широкое внедрение в производство имеющихся научных разработок, т.к. они часто решают пока узкие задачи по автоматизации и механизации отдельных процессов инженерных изысканий.

Полностью идеи автоматизации методов проектирования смогут отвечать своему назначению лишь в том случае, когда будет создан аппарат научного обобщения и систематизации комплексной информации о необходимой точности и детальности проектно-изыскательских работ, когда будет разработана аналитическая связь между точностью выполнения проектных работ на каждой стадии проектирования и исходными данными, полученными в результате комплексных изысканий.

Во всем комплексе изыскательских работ для проектирования транспортных объектов ведущее место занимает трассирование линейных сооружений, которое является основой проекта. Поэтому трассирование всегда выполняется особенно тщательно и сопровождается обследованием большого количества сопутствующих объектов [6].

Как показывает практика, сбор комплексной информации о местности не всегда осуществляется с точностью и детальностью, необходимыми для повышения качества строительства. При использовании современных методов автоматизированного проектирования это приводит к корректировке проекта и дополнительным затратам. Поэтому возникает необходимость создать классификацию транспортных инженерных сооружений, что позволит определить необходимую точность изысканий для каждого конкретного объекта.

Классификацию транспортных объектов уже пытались создавать по признакам их значимости, положения относительно поверхности земли (планировочным отметкам), его стоимости, различий в технологии изысканий и т.д.

Но классификация транспортных объектов должна быть комплексной. Она должна включать не только полную характеристику объекта, его структуру, назначение, но и учитывать его связь с окружающей средой, его влияние на строящееся сооружение. Только такая система приведет к более глубокому пониманию характеристик транспортного объекта и его связи с проектируемой дорогой, позволит создать проект без недопустимых ошибок в объемах работ и их стоимости.

Авторы предлагают создать классификацию на основе теории информации, как математической теории связи, рассматривающей комплексные обобщенные характеристики транспортных объектов, окружающей среды и их взаимного влияния. То есть, считать их сооружениями общей связи [7].

На этом основании можно выделить три категории транспорта:

- 1) пассажирский и грузовой транспорт (автомобильные и железные дороги, искусственные сооружения на них -мосты, трубы, тоннели, сооружение водного и воздушного транспорта, магистральные трубопроводы);
- 2) транспорт энергии (линии электропередач, кабельные и воздушные сети);
- 3) транспорт информации (кабельные и воздушные сооружения связи, телевидения, радиовещания), имеющие приемно-передающие устройства.

Кроме того, все транспортные сооружения можно разделить на два вида (рис.1). Первый вид классифицируется характером расположение транспортного канала относительно земной поверхности (подземный, наземный и надземный).

Второй вид обуславливается характером связи транспортного канала с приемно-передающими устройствами или фиксированными точками земной поверхности. Здесь так же можно выделить две группы:

1) жесткая связь транспортного канала с определенными точками земной поверхности или приемно-передающими устройствами;

2) нежесткая связь.

Исходя из этого, транспортные сооружения для целей проектирования и инженерно-геодезических изысканий по полноте и точности исходной информации о местности предлагается разделить на три класса. К первому классу следует отнести транспортные сооружения с наземным и подземным расположением транспортного канала и с жесткой связью поверхности с определенными точками земной поверхности или приемно-передающими устройствами.

На таких участках необходимо иметь более подробную информацию о рельефе и ситуации местности с точностью, обеспечивающей нормированный допуск взаимного расположения точек трассы с фиксированными точками местности как в плане, так и по высоте.

Для обеспечения соответствующей точности следует развивать геодезические сети сгущения или создавать специальные геодезические сети в виде разрядной полигонометрии. Для каждого вида сооружений данного класса необходимо определить свой допуск исходя из условий его строительства, эксплуатации и стадии проектирования [3].

Второй класс включает транспортные сооружения с наземным и подземным расположением транспортного канала с нежесткой связью. Сюда же относятся передвижные приемно-передающие устройства, инженерные сети.

На участках расположения этих объектов в процессе проектирования и строительства возможно откорректировать их параметры применительно к местным условиям. Допуски в плане и по высоте в этом случае могут быть примерно на один порядок ниже первого класса, так как здесь необходимо лишь соблюсти относительную точность и детализацию местности на небольших локальных участках. В целях сокращения сроков изысканий и проектирования и стоимости работ, геодезическую основу целесообразно создавать с меньшей точностью, исходя из требований каждой стадии проектирования [4].

Третий класс характеризуется расположением транспортного канала в воздушном и водном пространствах. Это воздушные ЛЭП, ЛЭС, радиорелейные линии, речной транспорт. Для этого класса сооружений необходимо обеспечить лишь правильное расположение отдельных площадных сооружений. Для связи между ними не требуется высокой точности. Задача о величине допуска и точности геодезической основы решается в этом случае исходя из условий их строительства и эксплуатации. Основными факторами, влияющими на точность геодезической основы в этом случае, является параметры, определяющие сметную стоимость строительства.

Заключение.

Естественно, предлагаемая классификация не является полной. Она требует дополнения и конкретных расчетов допусков. Но уже в этом виде она позволит дифференцированно установить объем и точность информации о местности, необходимой для проектирования транспортных сооружений в зависимости от степени взаимодействия сооружения с окружающей средой.

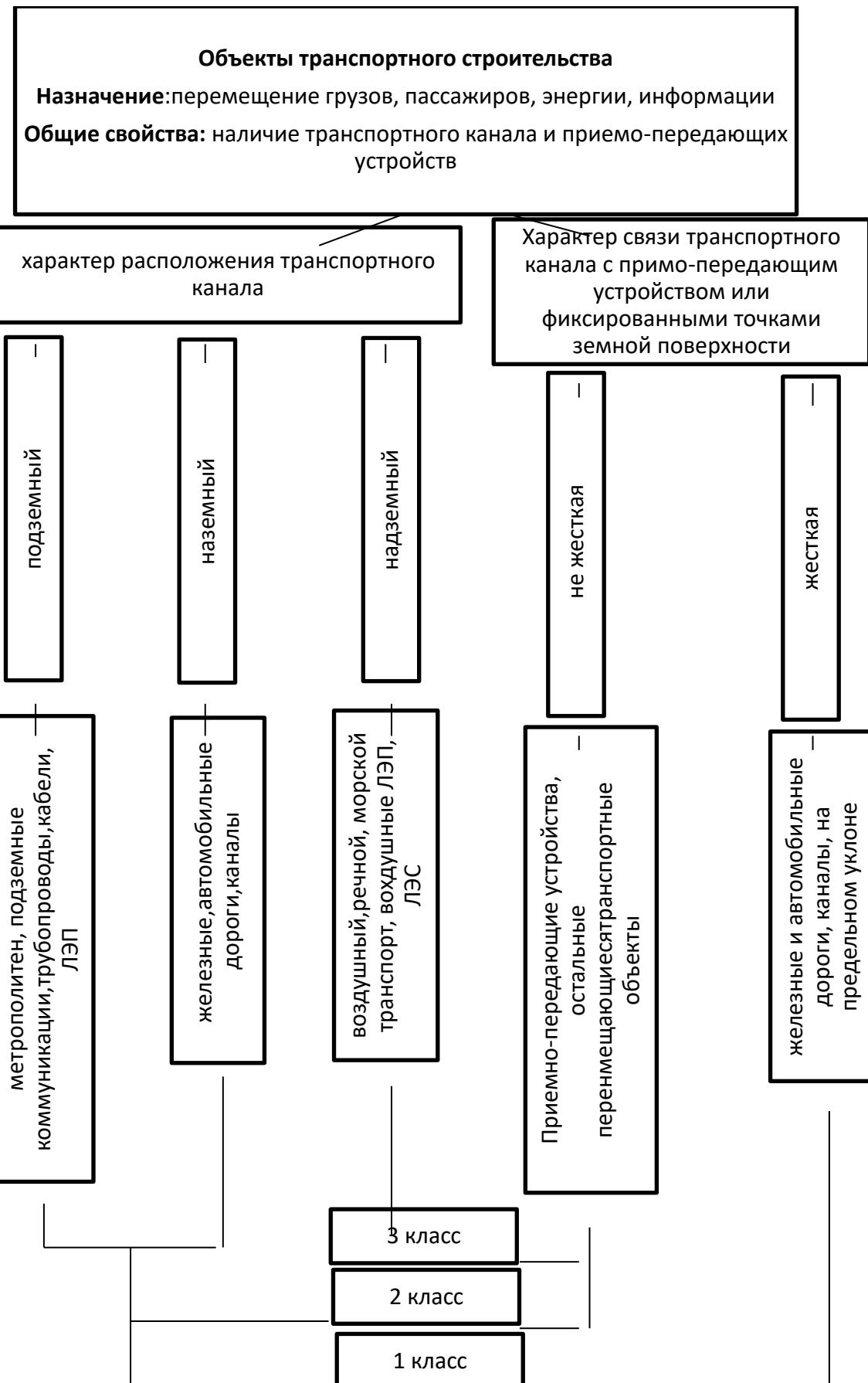


Рис. Схема классификации объектов транспортного строительства

Подводя итоги, можно сказать, классификация обеспечивает дифференцированный подход к геодезическим работам для транспортных проектов, учитывая степень их воздействия на окружающую среду. В результате достигается экономия ресурсов, ускоряется процесс проектирования и повышается качество строительства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 47.13330.2016 — «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».
2. СП 126.13330.2017 — «СНиП 3.01.03-84 Геодезические работы в строительстве».
3. Ванеев, С.Р. К вопросу о точности измерения расстояний лазерным дальномером электронным тахеометром TRIMBLE M3 / С. Р. Ванеев, М. Б. Реджепов // Студент и наука. – 2019. – № 2. – С. 36-39. – EDN XQAPTD.
4. Кочетова, А.Е. Анализ современного геодезического оборудования, применяемого в дорожной отрасли и производительности дорожно-строительных работ за счет использования современных технологий / Хахулина Н.Б., Попов Б.А. // Вопросы управления недвижимостью, землеустройства и геодезии. - 2024. - № 1 (5). - С. 63-68.
5. Нетребина, Ю.С. / Проведение инженерно-геодезических изысканий при строительстве АЭС «РУППУР» / Нетребина Ю.С., Попов Б.А // Фундаментальная наука и технологии - перспективные разработки : материалы XXX международной научно-практической конференции. - Bengaluru, Karnataka, 2022. - С. 138-145.
6. Попов, Б.А. Влияние освещенности территории на точность нивелирования / Б. А. Попов, М. Б. Реджепов // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природооустройства : Материалы I международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ, Воронеж, 30 апреля 2019 года. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 257-261. – EDN TKFXWP.
7. Салагуб, В.В. / Оптимизация обработки цифровой модели местности совмещенных линейных объектов на примере участка автомобильной дороги Р-258 142-151 км, Иркутская область / Салагуб В.В., Попов Б.А. // Студент и наука. - 2021. - № 4 (19). - С. 56-64.

Popov B.A., Candidate of Agricultural Sciences, Docent

Netrebina Yu.S., Candidate of Geographical Sciences, Docent

Skorokhod Yu.O., assistant

Voronezh State Technical University

CLASSIFICATION OF TRANSPORT CONSTRUCTION OBJECTS FOR ENGINEERING AND GEODETIC RESEARCH PURPOSES

The paper substantiates the expediency of developing a new, comprehensive classification of road and transport construction facilities, as the conditions necessary for studying the accuracy and effectiveness of engineering and geodetic surveying.

Key words: engineering and geodetic surveying, classification, road infrastructure facilities, geodetic basis, measurement accuracy.

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НЕДВИЖИМОСТЬЮ

УДК 332/004.451.25

Трухина Н.И., д-р эконом. наук, профессор
Корницкая О.В., канд. эконом. наук, доцент
Ортина Н.Г., магистр
Воронежский государственный технический университет

УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Рассмотрена системы управления инвестиционной деятельностью земельно-имущественного комплекса основанная на современных подходах, направленных на эффективное управление инвестициями в сфере земельных ресурсов и объектов недвижимости. Проанализированы условия динамичного рынка и изменения в законодательстве, основные аспекты анализа существующих систем управления инвестициями. Выявлены недостатки и проблемы в земельно-имущественных отношениях.

Ключевые слова: инвестиционная деятельность, земельно-имущественный комплекс, оптимизация, управление инвестициями.

Ключевую роль в повышении эффективности использования ресурсов, увеличении прибыли и обеспечении устойчивого развития отросли играет совершенствование систем управления инвестиционной деятельностью в земельно-имущественном комплексе. Чтобы оставаться конкурентоспособными, компаниям приходится постоянно совершенствовать свои стратегические подходы к инвестициям.

Инвестиционная деятельность в ЗИК требует к себе особого подхода, а именно: системного и комплексного. Несмотря на это, не редко возникают проблемы, связанные с недостаточным контролем за инвестиционными проектами и недостаточной прозрачностью процессов управления, а также с неэффективным использованием ресурсов. Чтобы решить данные проблемы, необходимо оптимизировать систему управления инвестиционной деятельностью [1, 2].

Оптимизация включает в себя анализ и выбор наиболее выгодных инвестиционных проектов, разработку прозрачной системы управления рисками, а также фиксацию и контроль поставленных целей и задач [3].

Еще один важный аспект совершенствования системы управления является повышение эффективности использования финансовых ресурсов. Под данным высказыванием подразумевается оптимизация финансовых потоков, анализ инвестиционной привлекательности проектов, а также контроль за бюджетированием и финансовым планированием [4].

Стоит отметить, что особое внимание необходимо уделить кадровому потенциалу, так как он способствует успешному совершенствованию системы управления инвестиционной деятельности. Развитие кадрового потенциала подразумевает под собой обучение сотрудников, разработка мотивационных программ, а также формирование высококвалифицированной команды специалистов по управлению инвестиционными проектами [5, 6].

Таким образом, совершенствование системы управления инвестиционной деятельностью в ЗИК является необходимым условием для повышения эффективности и

конкурентоспособности компании в данной отрасли. Реализовывать свои инвестиционные проекты и достигать поставленных целей компаниям помогают ничто иное как работа над оптимизацией инвестиционных процессов, повышением эффективности использования финансовых ресурсов и развитием кадрового потенциала [7].

Цель исследования

Цель данного исследования состоит в анализе и изучении совершенствования системы управления инвестиционной деятельности ЗИК. В обеспечении эффективного использования инвестиций и ресурсов, а также в повышении конкурентоспособности предприятия в данной отрасли, такая система играет основную роль. Данное исследование направлено на определение основных сложностей, с которыми сталкиваются структуры управления ЗИК, а также рассмотреть варианты рекомендаций по их решению.

Для достижения поставленной цели необходимо выделить ряд задач:

1. Анализ текущего состояния системы управления инвестиционной деятельностью в ЗИК. В рамках данной задачи будут рассмотрены основные элементы системы управления, а также основные изучены основные проблемы и недостатки, с которыми сталкиваются участники данного процесса.

2. Выявление основных факторов, которые влияют на эффективность управления инвестициями в ЗИК. В данной задаче будут выделены основные факторы, которые оказывают воздействие на процесс принятия инвестиционных решений, а также будет дана оценка их значимости.

3. Разработка рекомендаций по оптимизации системы управления инвестиционной деятельностью в ЗИК. По завершению анализа текущего состояния и выделенных факторов будет составлен ряд рекомендаций, направленных на повышение эффективности управления инвестициями и увеличение результативности деятельности предприятия в данной отрасли.

Данное исследование позволяет не только выделить основные проблемы и недостатки в системе управления инвестиционной деятельностью в ЗИК, но и разработать практические рекомендации, способствующие оптимизации этой системы и улучшению результатов деятельности предприятия в данной отрасли [8].

Материал и методы исследования

В данной статье описываются исследования по совершенствованию и оптимизации системы управления инвестиционной деятельностью в ЗИК. Для достижения поставленной цели, существует ряд методов [9]. Вот несколько из них:

1. Стратегическое планирование:

- Разработка долгосрочной стратегии: Определение целей и задач на основе анализа текущих тенденций рынка и потребностей.

- Сценарное планирование: использование сценариев для прогнозирования и оценки рисков, связанных с инвестициями.[4]

2. Совершенствование инвестиционного анализа

- Моделирование и прогнозирование: Применение современных аналитических инструментов и программного обеспечения для комплексного анализа инвестиционных проектов.

- Разработка системы КPI: Установление ключевых показателей успешности, позволяющих отслеживать эффективность инвестиций

3. Использование современных технологий

- Цифровизация процессов: внедрение ИТ-решений для автоматизации процессов управления инвестициями (например, системы управления проектами, CRM)

- Геоинформационные системы (ГИС): Применение Гис для анализа земельных ресурсов и управления территорией

4. Управление рисками

- Идентификация и оценка рисков: Регулярный мониторинг рыночной ситуации и потенциальных рисков на всех этапах инвестиционного процесса.
- Создание резервных фондов: Формирование резервов для покрытия непредвиденных расходов и потерь.[10]
- 5. Участие заинтересованных сторон
 - Сотрудничество с местными сообществами: Учет мнений и потребностей граждан при разработке инвестиционных проектов.
 - Партнерство с государственными и частными организациями: Налаживание связей с другими институтами для совместного решения инвестиционных задач.
- 6. Обучение и развитие кадров
 - Профессиональное обучение: Повышение квалификации сотрудников через курсы и тренинги в области управления инвестициями и проектами.
 - Создание специализированных команд: Формирование команд экспертов для оценки и реализации инвестиционных инициатив.
- 7. Инновационные финансовые инструменты:
 - Применение иностранных инвестиций: Поиск зарубежных инвесторов и внедрение международных практик.
 - Использование заемных средств: Разработка схем финансирования, включая кредитование и выпуск облигационных займов.
- 8. Оценка и контроль эффективности [11]
 - Мониторинг и аудит проектов: Регулярная проверка эффективности реализуемых проектов и корректировка стратегии при необходимости.
 - Обратная связь: Сбор отзывов и предложений от всех участников процесса для улучшения системы управления

Комплексный подход к совершенствованию системы управления инвестиционной деятельностью в земельно-имущественном комплексе включает в себя как современные технологии, так и адаптацию к изменениям в правовых и экономических условиях. Внедрение указанных методов позволит повысить эффективность инвестиционной деятельности, улучшить управление рисками и обеспечить устойчивое развитие данного сектора [12].

Результаты исследования

В результате исследования на тему совершенствования системы управления инвестиционной деятельностью в ЗИК, были выделены следующие результаты. Как и в большинстве подобных исследований, основным аспектом, который оказывает наибольшее влияние на эффективность системы управления, является постановка четких и определенных задач и целей для инвестиционной деятельности. Работа над исследованием показала, что компании, которые ставят конкретные инвестиционные цели, достигают более стабильных результатов и высоких показателей выручки [13].

Так же нам необходимо выделить еще одно важное наблюдение. Была выявлена значимость внедрения новых технологий и методов управления для оптимизации процессов в деятельности ЗИК. Благодаря автоматизации процессов управления инвестициями можно сократить временные затраты и увеличить прозрачность деятельности компаний перед инвесторами.

Так же, нельзя игнорировать тот факт, что качество аналитики имеет одну из важнейших ролей в эффективности управления деятельности, связанной с инвестициями. Прогнозировать такие показатели, как доходности инвестиций, более точно позволяет внедрение специализированных программ и технологий анализа данных. Применение данных ресурсов позволяет принимать более разумные и стратегически обоснованные решения.

Современный мир, как показывает практика, стремительно развивается. Каждый день появляются новые возможности для развития и модернизации бизнесов в соответствии с требованиями рынка. Очень важно постоянно адаптироваться под новые изменения. Они так же касаются сферы, связанной с инвестиционной деятельностью в зоне действия ЗИК. Компании, которые регулярно отслеживают изменения, о которых упомянуто ранее, и под их влиянием обновляют свои стратегии и методы управления, успешно справляются с вызовами современной экономической среды и обеспечивают стабильный рост своих инвестиций [14].

Так же хотелось бы отметить еще одно наблюдение, возникшее в результате исследования. Речь идет о необходимости систематического мониторинга и оценки результатов инвестиций. Это необходимо для оперативного реагирования на изменения различных факторов: как внешних, так и внутренних. Данные действия позволяют своевременно скорректировать стратегию и значительно сократить риски возможных потерь.

Исходя из всего вышесказанного, можно утверждать, к управлению инвестиционной деятельностью в сфере ЗИК очень важно применять системный и целенаправленный подход. Использование данного решения свидетельствует о важности регулярного совершенствования методов и инструментов управления для достижения стратегических целей и обеспечения стабильного роста компании в современных экономических условиях.

Заключение

В процессе работы над исследованием на тему совершенствования системы управления инвестиционной деятельности в ЗИК были выделены основные аспекты и составлены рекомендации. Именно они могут способствовать успешному улучшению эффективности данной системы [11].

Для начала, необходимо сделать акцент на том, что для развития экономики и улучшения качества жизни населения, инвестиций в земельно-имущественный комплекс имею особую значимость. В связи с этим, необходимо обеспечить прозрачность и эффективность деятельности, связанной с инвестициями в данной сфере [12].

В ходе работы был выявлен ряд проблем, связанных с нашей темой. Ключевой из них стала нехватка информации и потенциальных инвестиционных возможностях в ЗИК. Для решения данной проблемы, можно предложить создание центра информационной поддержки инвесторов. В ней будут собраны все необходимые данные и аналитика по различным инвестиционным проектам в данной отрасли [13].

Другим, не менее важным, аспектом является необходимость обеспечения повышения прозрачности и открытости процессов управления инвестиционной деятельностью в ЗИК. Данный вопрос можно решить путем внедрения современных информационных технологий, использование цифровых платформ для обмена информацией между участниками процесса инвестирования. Та же необходим пересмотр и улучшение законодательной базы в данной сфере.

Помимо все вышеперечисленного, необходимо активно развивать механизмы государственной поддержки инвестиций. Речь идет про гранты, льготы, инвестиционные кредиты и т.п. Данные решения будут способствовать привлечению большего числа инвесторов, стимулированию развития отрасли, а также общему увеличению эффективности работы деятельности инвестиций в ЗИК [14].

Для достижения совершенствования системы управления в инвестиционной деятельности в земельно-имущественном комплексе, необходимо применять комплексный подход и сотрудничать со всеми заинтересованными сторонами, такими как: государство, бизнес, научные и общественные организации. Только взаимодействие и сотрудничество позволят добиться успеха в данной области и обеспечить устойчивое развитие экономики страны в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об инвестиционных фондах : Федеральный закон № 156-ФЗ от 29.11.2001 : [принят Государственной думой 11 октября 2001 года : одобрен Советом Федерации 14 ноября 2001 года]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34237/. – Текст : электронный.
2. Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон № 214-ФЗ от 30.12.2004 : [принят Государственной думой 22 декабря 2004 года : одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 года]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51038/. – Текст : электронный.
3. Okolelova E., Shibaeva M., Kolesnikova V., Kornitskaya O., Bachurin D. Innovations in the construction industry. Diffusion of innovations. Всборнике: 35th International Business Information Management Association Conference (IBIMA). Proceedings of the 35th International Business Information Management Association Conference (IBIMA). 2020. С. 18272-18279.
4. Гордеева, А.А. Методы управления инвестиционной деятельностью в земельно-имущественном комплексе с применением инновационных подходов / Гордеева А.А., Корницкая О.В. // Студент и наука. - 2024.- № 1 (28). - С. 45-49.
5. Добровольская, Е.А. Инновационные технологии в строительстве / Добровольская Е.А., Околелова Э.Ю., Бахметьева Е.В. // Студент и наука. - 2018. - № 1. - С. 10-14.
6. Особенности развития инновационного потенциала в строительной отрасли / Корницкая О.В., Трухина Н.И., Попова О.А., Васильчикова Е.В. // Вестник Алтайской академии экономики и права. - 2021. - № 12-2. - С. 297-303.
7. Трухина, Н.И. Стратегическое планирование деятельности организаций жилищной сферы в современных условиях / Трухина Н.И., Баринов В.Н. // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. - 2012. - № 2. - С. 42-46.
8. Трухина, Н.И. Организационно-экономический механизм планирования и контроля в управлении жилищной недвижимостью / Н. И. Трухина, Е. А. Погребенная ; Н. И. Трухина, Е. А. Погребенная ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Ростовский гос. строит. ун-т". – Ростов-на-Дону : Ростовский гос. строит. ун-т, 2010. – 165 с. – EDN QUFXSH.
9. Трухина, Н.И. Стратегическое планирование деятельности организаций жилищной сферы в современных условиях / Н. И. Трухина, В. Н. Баринов // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2012. – № 2. – С. 42-46. – EDN PAWHFZ.
10. Трухина, Н.И. Экономика предприятия и производства : Учебное пособие / Н. И. Трухина, Е. И. Макаров, А. В. Чугунов. – Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет|ЭБС АСВ, 2014. – 123 с. – ISBN 978-5-89040-486-2. – EDN UGOVIZ.
11. Трухина, Н.И. Планирование и контроль в управлении организаций жилищной сферы / Н. И. Трухина, Е. А. Погребенная // Труд и социальные отношения. – 2010. – Т. 21, № 3. – С. 57-61. – EDN MSPEXR.
12. Фомина, А.Р. Развитие цифровой экономики в строительной отрасли / Фомина А.Р., Корницкая О.В., Околелова Э.Ю. // Студент и наука. - 2020. - № 1 (12). - С. 38-43.
13. Экономическая устойчивость образовательных систем: стратегии инвестирования в развитие педагогического процесса / В. Г. Калашников, И. М. Калякина, В. М.

Черкина [и др.] // Московский экономический журнал. – 2023. – Т. 8, № 9. – DOI 10.55186/2413046X_2023_8_9_444. – EDN FCDEHF.

14. Якорева, В.В. Управление инвестиционно-строительными проектами с применением технологий информационного моделирования / Якорева В.В., Корницкая О.В. // Студент и наука. - 2023. - № 1 (24). - С. 33-36.

Trukhina N.I., Doctor of Economics sciences, Professor

Kornitskaya O.V., Candidate of Economic Sciences, Docent

Ortina N.G., Master student

Voronezh State Technical University

INVESTMENT MANAGEMENT IN THE LAND AND PROPERTY COMPLEX

This article examines investment management systems for the land and property complex based on modern approaches aimed at effectively managing investments in land resources and real estate. Dynamic market conditions, legislative changes, and key aspects of analyzing existing investment management systems are analyzed. Shortcomings and problems in land and property relations are identified.

Key words: investment activities, land and property complex, optimization, investment management.

Беденко А.Е., младший научный сотрудник

Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводо-
снабжения «Радуга»

Безусенко А.В., студент

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УСТАНОВЛЕНИЯ СЕРВИТУТОВ: АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ КИМРСКОГО РАЙОНА ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Проведен комплексный анализ экономической эффективности установления сервитутов при разделе земельного участка в Кимрском районе Тверской области. На основе кадастровой оценки и налоговых расчетов доказана целесообразность сервитутного обременения для оптимизации землепользования. Представлена методика расчета изменения кадастровой стоимости и земельного налога при установлении сервитута площадью 357 м² на трех земельных участках сельскохозяйственного назначения.

Ключевые слова: сервитут, экономическое обоснование, кадастровая стоимость, земельный налог, эффективность землепользования, землеустройство.

Введение

Установление сервитутов представляет собой важный инструмент регулирования земельных отношений, позволяющий обеспечить правовой баланс между интересами собственников смежных земельных участков. Экономическая эффективность данного механизма требует тщательного анализа, особенно в условиях сельскохозяйственных территорий, где рациональное землепользование является критически важным [1].

Методика исследования

Основой исследования послужили данные по трем земельным участкам (рис. 1), образованным в результате раздела исходного земельного массива в Федоровском сельском поселении:

- Площадь каждого участка: 12 535 м²;
- Площадь сервитута: 357 м² (2,85% от общей площади);
- Удельный показатель кадастровой стоимости: 3,29 руб./м².

Расчеты выполнялись по формулам 1-3:

Кадастровая стоимость до установления сервитута:

$$КС = S \times УПКС \quad (1)$$

где КС – кадастровая стоимость участка, руб.;

S – площадь земельного участка, м²;

УПКС – удельный показатель кадастровой стоимости, руб./м².

Налогооблагаемая площадь после установления сервитута:

$$S = S_{общ} - S_{серв} \quad (2)$$

где S – налогооблагаемая площадь участка, м²;

S_{общ} – общая площадь участка, м²;

S_{серв} – площадь сервитута, м².

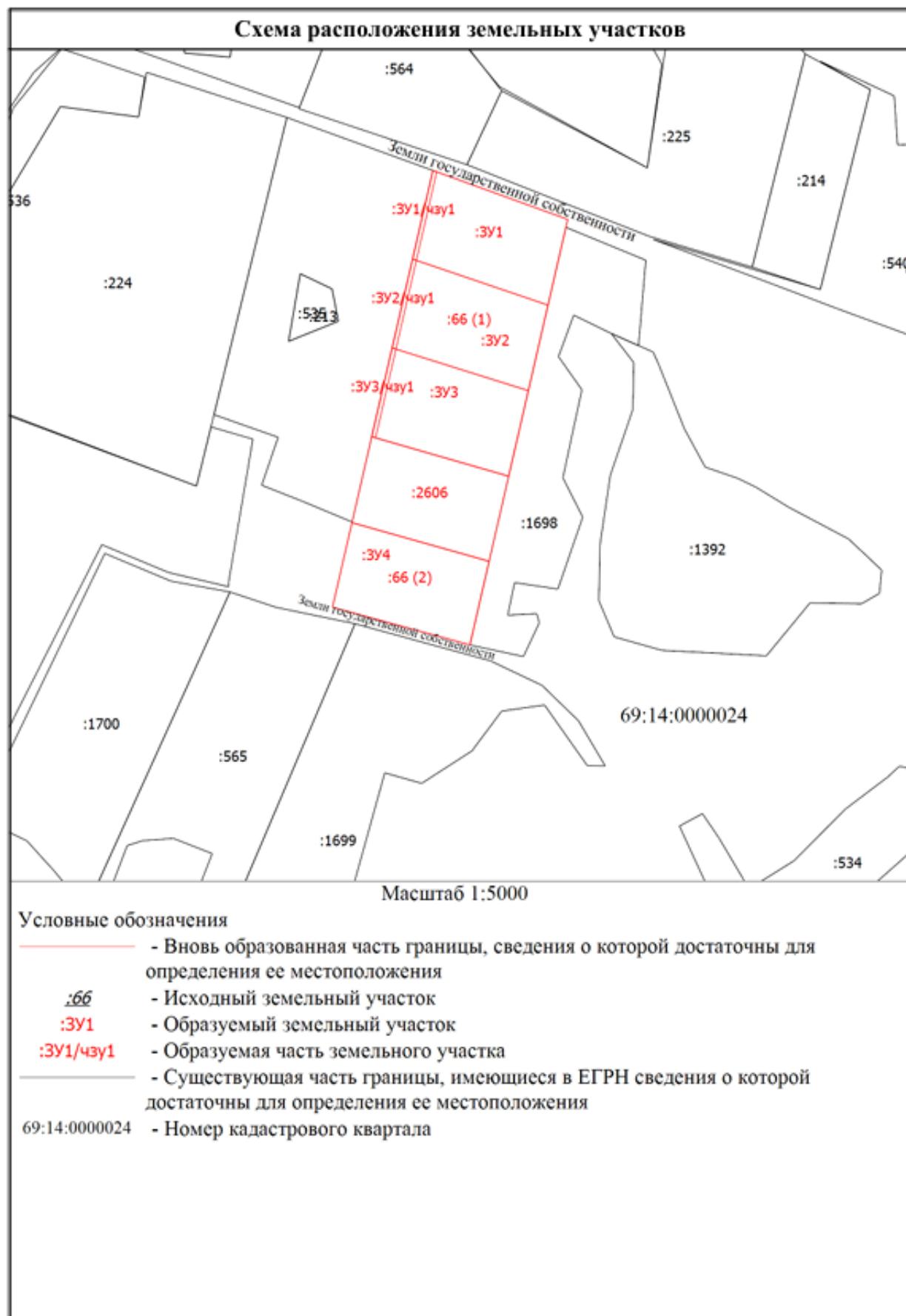


Рис. 1. Схема расположения земельных участков

Земельный налог:

$$ЗН = КС * Сн \quad (3)$$

где ЗН – земельный налог, руб.;

КС – кадастровая стоимость, руб.;

Сн – ставка земельного налога (0,3% для земель сельскохозяйственного назначения) [2].

Результаты и обсуждение

Проведенные расчеты позволяют количественно оценить прямое финансовое воздействие установления сервитута на экономические параметры землепользования. Как показали вычисления, кадастровая стоимость каждого из трех земельных участков до осуществления процедуры составляла 41 240,15 рублей. После установления обременения, выразившегося в выделении части площадью 357 м² под сервитут, налогооблагаемая площадь участков уменьшилась до 12 178 м², что привело к снижению кадастровой стоимости до 40 065,62 рублей на каждый участок.

Таким образом, абсолютное снижение кадастровой стоимости на один участок составило 1 174,53 рубля, что в процентном отношении эквивалентно 2,85%, что напрямую коррелирует с долей изъятой из оборота площади. В совокупности для трех участков суммарное уменьшение кадастровой стоимости достигло 3 523,59 рублей.

С точки зрения фискальной нагрузки, изменение налогооблагаемой базы закономерно привело к корректировке суммы земельного налога. Применяя установленную Налоговым кодексом РФ ставку в 0,3% для земель сельскохозяйственного назначения, годовой платеж для каждого участка до установления сервитута составлял 123,72 рубля. После регистрации обременения сумма налога уменьшилась до 120,20 рублей с участка. Годовая экономия для одного участка составила 3,52 рубля, а совокупный эффект для трех хозяйств — 10,56 рублей в год. На первый взгляд, данные цифры могут показаться незначительными. Однако их рассмотрение исключительно в качестве прямого финансового результата является методологически неверным и не отражает всей полноты экономической целесообразности сервитута.

Обсуждение полученных результатов требует выхода за рамки простого арифметического расчета и обращения к теоретическим основам экономики землепользования. Согласно теории прав собственности, четкое определение правомочий и минимизация транзакционных издержек являются ключевыми факторами эффективного использования ресурсов. Установление сервитута в данном случае выступает институциональным механизмом, который снижает потенциально высокие издержки конфликтов между правообладателями и издержки, связанные с неопределенностью доступа к участкам. Экономический эффект от данного снижения рисков многократно превышает мизерное уменьшение налоговых платежей [3].

Более глубокая интерпретация результатов заключается в анализе влияния сервитута на рыночную стоимость земельных участков. В соответствии с принципами оценки (Принцип полезности, Принцип зависимости), наличие гарантированного законного доступа существенно повышает полезность актива для потенциального покупателя или инвестора [4].

Изолированный земельный участок, не имеющий доступа к землям общего пользования, обладает крайне низкой ликвидностью и рыночной стоимостью, близкой к нулевой. Таким образом, установление сервитута, несмотря на незначительное формальное снижение кадастровой стоимости, на практике приводит к многократному увеличению реальной рыночной цены объекта. Капитализация выгод от беспрепятственного доска и

юридической чистоты сделки может оцениваться в десятки тысяч рублей, что на несколько порядков превышает рассчитанную годовую экономию на налоге [5].

Кроме того, с макроэкономической точки зрения, рационализация землепользования за счет сервитутов способствует повышению общей эффективности агросектора территории. Обеспечение доступа к участкам позволяет вовлечь их в активный сельскохозяйственный оборот, повысить производительность и, как следствие, способствовать экономическому развитию района. Следовательно, экономическое обоснование сервитута нельзя сводить к микроуровню прямых финансовых потерь или выгод отдельного правообладателя; необходим учет положительных экстерналий для всего сельскохозяйственного кластера [6].

Таким образом, проведенный анализ демонстрирует, что, несмотря на формальное уменьшение кадастровой стоимости и связанное с ним незначительное снижение земельного налога, установление сервитута является экономически целесообразным. Ключевой экономический эффект проявляется не в фискальной плоскости, а в сфере снижения операционных издержек, существенного повышения рыночной привлекательности и ликвидности земельных участков, а также в создании предпосылок для устойчивого развития сельских территорий. Получаемые преимущества носят стратегический характер и многократно окупают косвенные затраты, связанные с процедурой установления обременения.

Заключение

Исследование доказало экономическую целесообразность установления сервитутов для земельных участков сельскохозяйственного назначения. Прямое финансовое влияние на налоговую нагрузку является незначительным (снижение на 2,85%), в то время как косвенные экономические эффекты существенно превосходят затраты. Получаемый экономический эффект проявляется в повышении ликвидности земельных участков, устранив правовых рисков и обеспечении условий для рационального землепользования.

Предложенная методика может быть применена для экономического обоснования установления сервитутов на других сельскохозяйственных территориях Российской Федерации. Дальнейшие исследования целесообразно направить на разработку отраслевых стандартов оценки экономической эффективности сервитутных отношений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щенникова, Л. В. Сервитуты: правоприменение и перспективы гражданского регулирования / Правоприменение. – 2024. – Т. 8. – №. 3. – С. 152-161.
2. Об утверждении Методических рекомендаций по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения : Приказ Министерства экономического развития и торговли Российской Федерации N 145 от 4 июля 2005 года. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/901952186>. – Текст : электронный.
3. Малахов, В. Общая теория права и государства : Курс лекций / Малахов, В. – Litres, 2022.
4. Ли, С.А. Методы оценки земельных участков / Ли С.А., Григораш Е.В., Середина А. С. // Управленческий учет. – 2021. – №. 9. – С. 14-21.
5. Макеенко М. В. Принципы оценки стоимости объектов недвижимости / Макеенко М. В., Тихонова М. В. // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2022. – №. 3 (135). – С. 36-43.
6. Герасимова В.В. Теоретико-методические подходы комплексной оценки землеустройства для организации рационального землепользования / Герасимова В.В.,

Болычева А.Д., Худяков Д.В. // Научный электронный журнал Меридиан. – 2021. – №. 5. – С. 210-212.

Bedenko A.E., Junior Research Associate

Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Scientific Research Institute of Irrigation and Agricultural Supply Systems "Raduga"

Bezusenko A.V., student

Moscow Timiryazev Agricultural Academy

ECONOMIC JUSTIFICATION FOR THE ESTABLISHMENT OF EASEMENTS: ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF LAND USE ON THE EXAMPLE OF THE KIMRY DISTRICT OF THE TVER REGION

The article provides a comprehensive analysis of the economic efficiency of establishing easements when dividing a land plot in the Kimrsky district of the Tver region. Based on the cadastral assessment and tax calculations, the feasibility of easement encumbrances for optimizing land use has been proved. A methodology is presented for calculating changes in cadastral value and land tax when establishing an easement with an area of 357 m² on three agricultural land plots.

Key words: easement, economic justification, cadastral value, land tax, efficiency of land use, land management.

Нетребина Ю.С., кандидат геогр. наук, доцент
Румянцева Е.Р., студент
Нестеренко И.В., старший преподаватель
Воронежский государственный технический университет

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОБЪЕКТА (IFC): СТРУКТУРА, ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ

В данном материале идёт речь об информационной модели объекта (IFC) в строительстве, ее структуре, использовании и потенциале. Практика показывает, что применение IFC способствует повышению точности передачи данных, помогает разрешению проблем при урегулировании документации, улучшает согласование большинства вопросов в ходе строительных работ. При этом проявляются сложности с преодолением межотраслевой специфики, отсутствие или недостаточность автоматизации контроля данных, адаптации программных продуктов создания и использования IFC в отечественной среде.

Применение IFC показано на примере нескольких строительных проектов: модернизации терминала в международном аэропорту Шереметьево и строительства комплекса зданий ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова».

Ключевые слова: информационная модель объекта, IFC, Building Information Modeling (BIM), стандарты BIM, программное обеспечение, формат файлов, проектирование, автоматизация проверки данных, интеграция платформ.

В современном строительстве информационные модели объектов (IFC) играют важнейшую роль в обеспечении эффективного проектирования и управления строительными процессами. Архитекторы, инженеры, проектировщики, разработчики программного обеспечения должны работать в едином информационном пространстве для достижения оптимальных результатов [3]. Процесс формирования IFC-моделей проходит под влиянием различных факторов, таких, например, как требования к проектированию, спецификации программного обеспечения, стандарты, принятые в отрасли, и другие. Однако, несмотря на значимость данного стандарта, существует множество проблем, возникающих при отсутствии единых методик формирования IFC-моделей. Это приводит к нарушению согласованности действий между участниками проектов, что в свою очередь негативно сказывается на сроках и стоимости строительства [4].

История и развитие стандарта IFC

Информационные модели объектов стали основой управления процессами строительства благодаря стандартам Building Information Modeling (BIM). Важнейшей частью этой системы является стандарт IFC (Industry Foundation Classes), разработанный организацией Building SMART International.

Данный стандарт появился в конце XX века как универсальный способ хранения архитектурно-строительной информации. Первоначально он использовался лишь отдельными компаниями и разработчиками программного обеспечения, однако постепенно получил статус международного - ISO 16739. За прошедшие годы произошло несколько значительных обновлений его спецификаций, начиная с первой версии IFC1 1995 года, и заканчивая современными версиями - IFC4 и последующими дополнениями [1, 2].

Структура и компоненты IFC-модели

Стандарт IFC представляет собой иерархически организованную систему классов и свойств, позволяющую создавать детализированные описания элементов конструкций и инфраструктуры [5]. Основой являются четыре уровня абстракции:

- Resource layer: базовые типы и объекты (материалы, поверхности).
- Core layer: фундаментальные концепции и связи (пространства, зоны).
- Interoperability layer: специализированные классы для инженерных дисциплин (архитектура, строительство, механика).
- Domain-specific layers: специфичные для отраслей наборы классов и атрибутов (электротехника, сантехника, безопасность).

Каждый компонент имеет определенный набор атрибутов, обеспечивающих её уникальность и связь с другими элементами. Например, класс IfcWall описывает стены зданий, включая геометрию, материал, размеры и расположение относительно пространства. Эти свойства позволяют эффективно обмениваться информацией между разными CAD/CAM-приложениями и обеспечивать согласованность данных на всех этапах жизненного цикла строительства: от планирования и проектирования до строительства, эксплуатации и обслуживания.

Особенности применения IFC в строительной отрасли

Использование формата IFC обеспечивает компаниям, занимающимся проектированием, строительством и эксплуатацией сооружений такие преимущества, как:

- повышение точности передачи данных между заинтересованными сторонами проекта;
- сокращение количества ошибок и конфликтов при согласовании документации;
- улучшенная координация работ и сокращение сроков реализации проектов.

При этом, пока ещё, существуют и некоторые ограничения, проблемы, возникающие в процессе развития любого стандарта: ограниченная поддержка специализированных отраслевых особенностей; сложности с внедрением и адаптацией новых версий IFC; отсутствие полной автоматизации проверок целостности данных и их сопоставления с фактическими характеристиками конструкции [6].

Тем не менее, использование IFC продолжает расти, особенно в больших и сложных проектах, где часто ключевую роль играет интеграция разных платформ проектирования. Это, в свою очередь, обеспечивает дальнейшее совершенствование и распространение формата IFC в строительной отрасли [7, 8].

Анализ существующих решений и инструментов поддержки IFC

Практическое внедрение стандарта IFC предлагает использование широкого спектра инструментов и методик, позволяющих преобразовывать и обрабатывать данные. Большинство современных программ ориентировано на поддержку форматов IFC и управление ими. Autodesk Revit, ArchiCAD и другие программы CAD-класса обеспечивают экспорт и импорт файлов IFC. Специализированные инструменты вроде Solibri Model Checker и IFC Manager предназначены для проверки правильности построенных моделей и выявления возможных несоответствий. Существуют также облачные сервисы типа BIM Collaboration Format (BCF) и OpenBIM Cloud, позволяющие коллективно работать над проектом и хранить файлы IFC онлайн.

Для оценки эффективности используемых методов были проведены эксперименты по созданию простых и сложных моделей, оценке качества экспорта и импорта данных, а также изучению поведения программ при обработке реальных объектов недвижимости [9, 10].

Экспериментальные результаты показывают, что большинство современных продуктов удовлетворительно справляются с основными задачами, однако при усложнении конструкций и увеличении объема данных возникают значительные затруднения.

Особенно остро проявляются проблемы с передачей уникальных конструктивных особенностей, расчетами нагрузки и соответсвием местным строительным нормам.

Поэтому будущее направление исследований сосредоточено на разработке улучшенных методик обработки IFC-файлов, создании отраслевых стандартов и рекомендаций по формированию оптимальных условий для использования IFC в проектах любого масштаба. Эффективное применение IFC позволит существенно сократить временные затраты, снизить риски ошибок и обеспечить надежную передачу данных между всеми участниками строительного процесса [3].

Исследование практических примеров реализации проектов на основе IFC

Один из наиболее показательных примеров эффективного применения IFC - модернизация терминала D в 2018—2020 годах международного аэропорта Шереметьево (г. Москва). Здесь был применён ряд программ для создания трехмерной модели объекта строительства, расчетов размера и объема конструкции, анализа устойчивости и прочности сооружения: Autodesk, Revi, ArchiCAD и Navisworks. Для реализации проекта и передачи данных использовался единый формат IFC. Инструмент Solibri Model Checker помогал контролировать качество IFC-файлов и выявлял ошибки в проектировании. Облачная платформа BIMCollab позволила нескольким участникам одновременно работать с моделью, уменьшая сроки согласования. Использование IFC сократило время на нейтрализацию конфликтов, что способствовало разработке проекта без потери данных. Единая база данных помогла свести к минимуму все конфликты и недопонимания в процессе обмена информацией, что повысило эффективность и ускорило процесс реализации проекта.

Однако возникли и сложности с необходимостью тщательной настройки инструментов и процедуры экспортта, поскольку отдельные элементы могли искажаться или пропадать при переносе между приложениями.

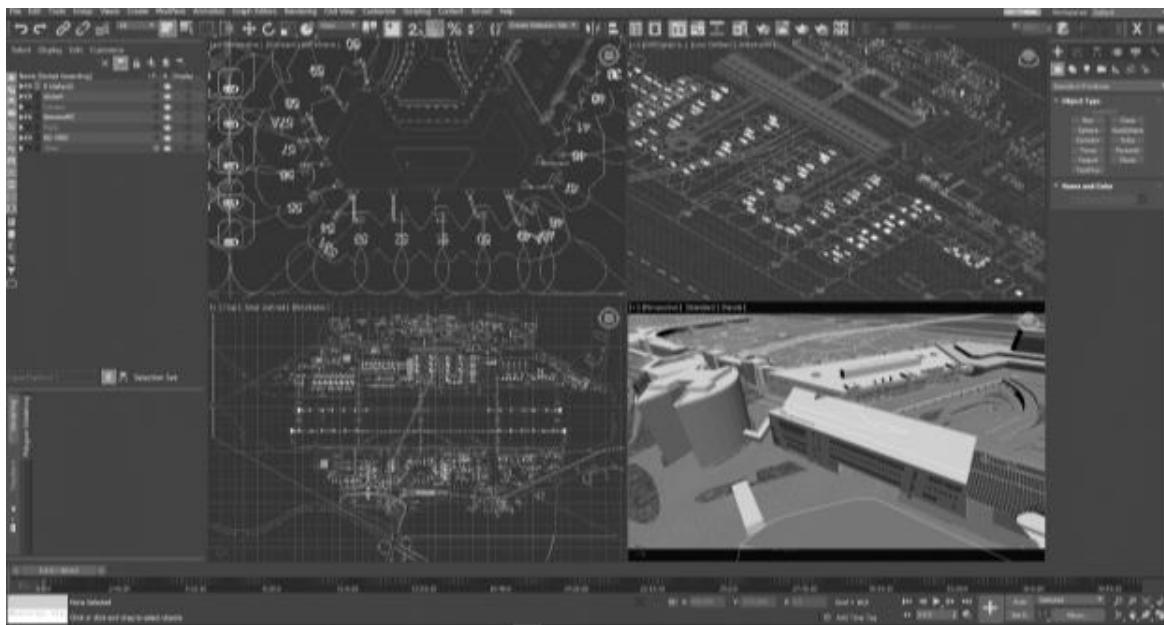


Рис 1. Трехмерная модель аэропорта Шереметьево в системе Autodesk 3ds max

Еще одним важным примером является создание крупной больницы в Санкт-Петербурге - строительство нового корпуса Онкологического центра Федерального государственного бюджетного учреждения здравоохранения имени Н.Н. Петрова также было реализовано с применением технологии BIM и форматом IFC. Проект был разработан с использованием ArchiCAD и Allplan, причем данные регулярно синхронизировались

через IFC-формат. Использовался специальный скрипт на Python для автоматической проверки качества экспортируемых IFC-файлов. Платформа Trimble Connect применялась для общего хранилища данных и оперативного внесения правок.



Рис. 2. Визуализация комплекса зданий ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова»

Четкая координация между инженерными службами и архитекторами позволила избежать большинства конфликтных ситуаций, а высокая степень детализации модели обеспечила точное соблюдение нормативных требований. При этом, реализация данного проекта показала, что, несмотря на успешное внедрение формата IFC и BIM-концепции, остались нерешёнными вопросы, касающиеся организационной и технической стороны работы с данным форматом. Большинство используемых программных продуктов были разработаны для западных рынков и рассчитаны на международные нормы проектирования. Российские требования, изложенные в государственных стандартах (ГОСТ, СП и др.) отличаются рядом нюансов, что создаёт сложности в точной настройке программного обеспечения и правильном формировании документации. Это возможно исправить путем создания собственной библиотеки решений и объектов, специально настроенной под российские правила. Поддержка сотрудничества производителей ПО с отечественными организациями для адаптации продукта под местные условия поможет найти новые пути решения действующих проблем с адаптацией зарубежного формата программ.

Стандарт IFC (Industry Foundation Classes) играет сегодня ключевую роль в современных процессах проектирования и управления объектами строительства. Его применение помогает решать важные задачи, такие, например, как оптимизация коммуникации между специалистами, повышение точности данных и ускорение согласования документации, сохранение необходимой информации, исключая потерю важных данных при переносе. Однако остаются нерешенными вопросы нестабильности процесса экспорта и отсутствие универсальности в поддержке всех видов объектов разными программами. Дальнейшее развитие и совершенствование методологии использования IFC позволит устраниить существующие ограничения и создать единую цифровую среду для всех участников строительного процесса.

Строительство — это сложный многоуровневый процесс, объединяющий усилия многих специалистов из различных отраслей, а потому важнейшей задачей является обеспечение прозрачной и надежной передачи данных на всех этапах реализации проекта. Компания AECOM разработала уникальный протокол взаимодействия между IFC и ERP-системами, позволяющий автоматически передавать данные о материалах,

расходах и сроках выполнения работ непосредственно в управленческую систему предприятий. Это позволяет значительно уменьшить административные расходы и ускоряет принятие решений [4].

Новые технологии и разработки в области информационного моделирования стали доступны благодаря открытому доступу к соответствующим инструментам и алгоритмам. Так, например, свободно распространяемое приложение IFC-Convertor, разработанное международной организацией Building SMART, позволяет свободно конвертировать и обрабатывать IFC-файлы. Самостоятельные эксперименты с новыми технологиями помогают малым компаниям и индивидуальным разработчикам добиваться больших успехов в информационном моделировании. А использование таких технологий как VR (Virtual Reality - виртуальная реальность) и AR (Augmented Reality - дополнительная реальность) совместно с IFC-инструментами помогает разработчикам погрузиться в виртуальное пространство и увидеть все особенности будущего сооружения еще до начала строительства. Это позволяет сокращать количество необходимых изменений на позднем этапе строительства, снижая, таким образом, общие затраты и сокращая сроки сдачи объектов [11].

Учитывая всё вышесказанное, мы можем сделать выводы о том, что применение IFC повышает точность передачи данных между участниками проекта и снижает риски возникновения конфликтов и ошибок при согласовании документации, при этом гарантированно уменьшается количество ошибок при внесении изменений в проект, связанных с потерей или искажением данных при их переносе между программами, повышается качество проектирования, а в итоге сокращаются сроки строительства и повышаются его качество и контроль его ходом.

Необходимость дальнейшего совершенствования данного стандарта, его развития и решения вопросов совместимости с ранее существующими системами и технологиями не требует каких-либо доказательств. Она лежит на поверхности. Рост популярности IFC очевиден и уже давно используется в крупных российских строительных проектах, примеры которых приведены выше - аэропорт Шереметьево, больничный комплекс ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова». Можно уверенно говорить о том, что дальнейшее распространение и расширение функциональности стандарта IFC гарантированно обеспечит рост эффективности и конкурентоспособности строительной отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 57806-2017. Национальный стандарт Российской Федерации. Информация о строительстве. Открытый формат обмена данными IFC (ISO/PAS 16739:2013). М.: Издательство стандартов, 2017.
2. Руководство по применению стандарта IFC. BuildingSmart Russia. Версия 2.0. Москва, 2020.
3. Применение стандартов IFC в проектировании и эксплуатации общественных зданий : сборник статей конференции «Цифровые технологии в градостроительном развитии регионов». - Новосибирск, 2023.
4. Куриленко, Е.Г. Перспективы развития BIM-технологий отечественном строительстве / Куриленко Е.Г., Иванов В.К. // Вестник гражданского строительства. – 2022. - № 2.
5. Лямин, Ю.И. Методология и практика построения информационных моделей зданий и сооружений / Лямин Ю.И., Кузнецов О.Б. // Строительство. – 2021. - № 3.
6. Миронов, А.В. Информационное моделирование зданий и сооружений (BIM-технологии) : учеб.-методич. пособие / Миронов А.В., Свиридов Д.С. – СПб. : СПбГУ ГА, 2019.

7. Экономические методы управления имущественным комплексом : учеб. пособие для студентов, обучающихся по спец. 291500 - "Экспертиза и упр. недвижимостью" направления 653500 "Стр-во" / В. Я. Мищенко, Н. И. Трухина, О. К. Мещерякова ; В.Я. Мищенко, Н.И. Трухина, О.К. Мещерякова. –Воронеж : Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т, 2003. – 114 с. – ISBN 5-89040-105-X. – EDN QQHAMN.

8. Планирование и контроллинг в жилищной сфере : учебник для вузов / П. Г. Грабовый, И. Г. Лукманова, Л. Н. Чернышев [и др.] ; Федеральное агентство по образованию, Московский государственный строительный университет (национальный исследовательский университет), Воронежский государственный архитектурно-строительный университет. – Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, 2009. – 505 с. – ISBN 978-5-89040-211-0. – EDN UDTTCB.

9. Трухина, Н.И. Организационно-экономический механизм планирования и контроля в управлении жилищной недвижимостью / Н. И. Трухина, Е. А. Погребенная ; Н. И. Трухина, Е. А. Погребенная ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Ростовский гос. строит. ун-т". – Ростов-на-Дону : Ростовский гос. строит. ун-т, 2010. – 165 с. – EDN QUFXSH.

10. Трухина, Н.И. Стратегическое планирование деятельности организаций жилищной сферы в современных условиях / Н. И. Трухина, В. Н. Баринов // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2012. – № 2. – С. 42-46. – EDN PAWHFZ.

11. Трухина, Н.И. Модель идентификации объектов коммерческой недвижимости в теории нечетких множеств / Н. И. Трухина, Э. Ю. Околелова // Недвижимость: экономика, управление. – 2017. – № 4. – С. 33-38. – EDN YOQNDY.

Netrebina Y. S., Candidate of Geographical Sciences, Docent

Rumyantseva E.R., student

Nesterenko I.V., Senior Lecturer

Voronezh State Technical University

INFORMATION MODEL OF OBJECTS (IFC): STRUCTURE, APPLICATION, AND DEVELOPMENT PROSPECTS

The article discusses the Industry Foundation Classes (IFC) data model in construction, its structure, usage, and potential. The IFC format promotes greater data transfer accuracy, helps reduce issues in document regulation, and improves work coordination. However, there are also challenges associated with supporting industry-specific requirements, implementing modifications, and automating data validation. The use of IFC is demonstrated through the development of several construction projects: the modernization of a terminal at Sheremetyevo International Airport and the building complex of the N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology.

Key words: information model of the object, IFC, Building Information Modeling (BIM), BIM standards, software, file format, design, automation of data verification, integration of platforms.

Лосева Е.Н., кандидат техн. наук

Еремейченко П.Р., студент

Казакова Е.В., студент

Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИХУ»

АНАЛИЗ ПОКУПАТЕЛЬСКОЙ СПОСОБНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ НА РЫНКЕ ПЕРВИЧНОЙ НЕДВИЖИМОСТИ

Проведен анализ покупателей на рынке первичной недвижимости, выявлены основные критерии, которые могут обуславливать выбор при покупке недвижимости. Приводится характеристика актуальной экономической ситуации в области жилищного строительства на территории города Новосибирска. Приведен обзор основных ипотечных программ, предлагаемых ведущими банками, и сделан вывод по покупательской способности населения. Данное исследование ложится в основу последующего цикла изучения ценообразующих факторов на рынок первичной жилой недвижимости.

Ключевые слова: рынок жилой недвижимости, приобретатели недвижимости, недвижимость, первичный рынок недвижимости, новостройки, ипотека.

Сегодня рынок жилой недвижимости занимает одно из центральных мест в экономической системе Российской Федерации, поскольку он вовлечен во множество экономических процессов и играет ключевую роль в формировании цен.

Цена жилья – это концентрированная информация о потребительских предпочтениях и покупательской способности, о его доступности, затратах на строительство, а также влияния региональной политики. Поэтому исследование факторов, влияющих на эти цены, имеет большое значение в развитии перспективной экономической и социальной политики [1]. Динамика цен на рынке жилой недвижимости – это не просто показатель благополучия строительной индустрии, но многогранный организм, который очень чувствителен к экономическим и политическим изменениям нашего мира и спросу, и возможностям покупателей. Для того чтобы понимать направление движения рынка жилой недвижимости и его ключевых изменений следует дать ответы на следующие вопросы.

–С какой экономической средой нам приходится иметь дело?

–Какие потребности и возможности у наших потенциальных покупателей?

–Какая на данный момент складывается ситуация на рынке жилой недвижимости?

Целью данной статьи является анализ ценообразующих факторов на новые жилые помещения, а также моделей поведения и потребностей потенциальных покупателей для дальнейших исследований в данной области.

Для написания данной статьи были поставлены следующие задачи:

1 выделить потребительские группы и провести анализ с целью их последующей кластеризации;

2 исследовать экономическую ситуацию на региональном рынке жилой первичной недвижимости;

3 проанализировать предложения первичного рынка недвижимости на территории Заельцовского района города Новосибирска [1].

Анализ покупательской способности населения на рынке первичной недвижимости включает изучение факторов, влияющих на предпочтения покупателей и структуру спроса на рынке.

Материалы и методы исследования.

Для проведения анализа рынка первичной жилой недвижимости и потребительских предпочтений были использованы системный подход, количественный анализ данных. В качестве источников применялись информационные ресурсы о современном потребителе рынка недвижимости, статистические данные о различных слоях населения и объявления на сайтах по продаже первичного жилья [2 – 4].

Как правило, покупатели подходят к решению о приобретении жилья им в виду определенные запросы и цели. Оценка объекта недвижимости и отношение к нему напрямую определяется степенью соответствия его характеристик эти потребностям. Поэтому прежде, чем исследовать рынок недвижимости, необходимо выявить основные группы покупателей (рис. 1).

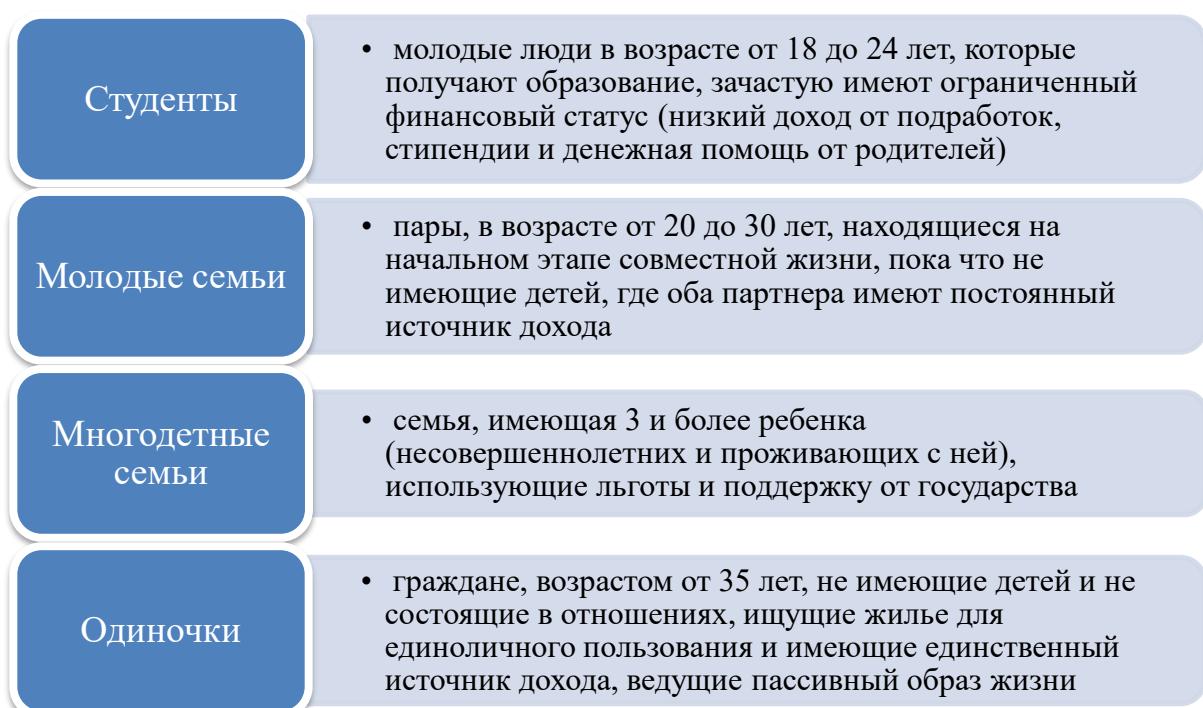


Рис. 1. Группы потенциальных приобретателей жилой первичной недвижимости, используемые в данном и последующих исследованиях

Потребность в собственном жилье является одной из базовых потребностей человека, что обуславливает серьезное отношение к процессу его приобретения. Основные мотивы, определяющие решения покупателей на рынке недвижимости, можно сгруппировать следующим образом: обеспечение основного места жительства, приобретение загородной недвижимости для рекреационных целей, инвестирование с целью получения финансовой выгоды, формирование семейного капитала для последующих поколений.

Согласно представленной выше группировке потребителей для каждой из них были определены основные потребности в вопросах выбора и приобретения жилой недвижимости на первичном рынке [5, 6].

Наиболее значимыми критериями при выборе жилья для студента являются.

1. **Местоположение.** Обучающимся крайне важно, чтобы квартира находилась вблизи учебного заведения, или, по крайней мере, в хорошей транспортной доступности.

2. **Доступная цена.** Студенты зачастую ограничены в денежных средствах, поэтому данному критерию будет уделяться наибольшее значение.

3. **Функциональность и минимализм.** Студенты предпочитают малогабаритные однокомнатные квартиры, где присутствует базовый комфорт, а роскошь и шик – не первостепенны.

Молодые семьи при выборе своего будущего жилья опираются на следующие факторы.

1. **Локация и образ жизни.** Молодым парам хотелось бы жить в месте, неподалеку от центра (средняя удаленность), места работы, мест активного времяпрепровождения и культурной жизни.

2. **Эстетика и комфорт.** Молодые отдают предпочтение одно- или двухкомнатным квартирам с улучшенной и современной планировкой, и хорошим видом из окна.

3. **Экология.** Молодым современным семьям важно наличие чистого воздуха, парков, зон для отдыха.

При рассмотрении предпочтений в поиске недвижимости для многодетной семьи, выявлены следующие факторы.

1. **Инфраструктура.** Таким семьям крайне важно, чтобы в пешей доступности находились школы, детские сады, спортивные секции и поликлиники, а также не маловажную роль играет наличие парков, детских площадок и магазинов;

2. **Местоположение и безопасность.** Многодетным семьям нужен спокойный район с хорошей репутацией, а также вдали от автомобильных и железных дорог. Еще одним значимым моментом является безопасный закрытый двор.

3. **Пространство.** Для таких семей больше всего подойдут трех- и четырехкомнатные квартиры с большим метражом и простором для детских игр.

Проанализировав образ жизни, потребности и предпочтения одиночек, мы выяснили, что они большое количество внимания уделяют следующим критериям.

1. **Локация.** Их приоритетом в поиске жилья является близость к работе, к паркам, магазинам.

2. **Базовый комфорт.** Так как одиночки ищут квартиры для единоличного пользования, им не столько важна визуальная составляющая, сколько собственный комфорт и практичность.

3. **Бюджет.** Так как одиночки имеют единственный источник дохода, соответственно, им труднее выплачивать долговые обязательства.

Таким образом, были выявлены основные критерии для выбора жилой недвижимости в разрезе определенных групп покупателей.

Результаты и обсуждения.

Прежде чем исследовать факторы, оказывающие влияние на стоимость первичной недвижимости, следует проанализировать рынок и экономическую ситуацию на территории города Новосибирска в целом (рис. 2) [7].

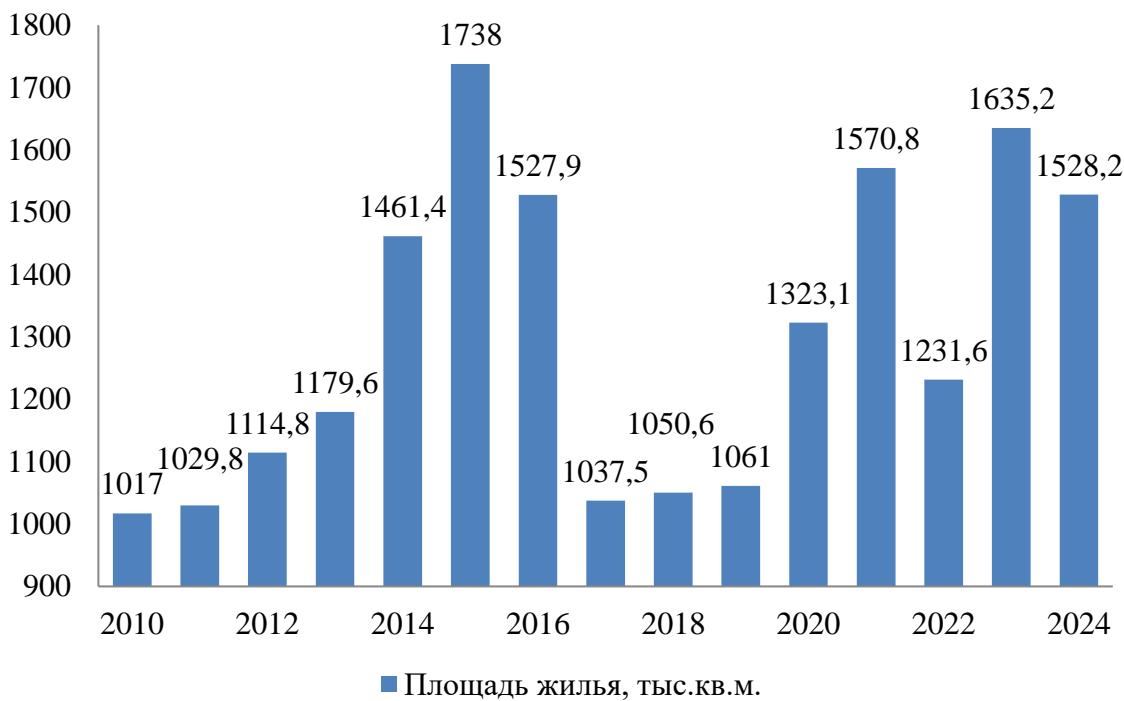


Рис.2. Ввод жилья в эксплуатацию в городе Новосибирске

Можно отметить, что количество вводимого в эксплуатацию жилья снизилось более чем на 60% в 2017 – 2019 годах по сравнению с предшествующими периодами. Это связано с экономической нестабильностью всей страны и эпидемией COVID-19.

Согласно данным сервиса ДомКлик в третьем квартале 2025 года объем строительных работ и ввод жилых домов в эксплуатацию снизился на 11 % в сравнении с тем же периодом в 2024 году. Также за этот год упала доходность практически во всех сферах экономики, но при этом реальные располагаемые денежные доходы жителей города Новосибирск увеличились на 7,9% [4].

Финансовая политика страны не перестает перестраиваться и изменяться и это становится очень заметно, глядя на действия ключевых банков. Для исследования были выбраны ведущие банки, предлагающие различные ипотечные программы для разных категорий покупателей: Сбербанк, Банк ВТБ, Т-Банк, Альфа-Банк, банк Уралсиб [2]. Данные банки предлагают разные условия, представленные в табл. 1.

Таблица 1 – Сравнение ипотечных программ среди ведущих банков

Название банка	Виды ипотечных программ		
	Ипотека без льгот	Семейная ипотека	ИТ ипотека
Сбербанк	Процентная ставка (ПС) – от 17,7% Первоначальный взнос (ПВ) – от 30,1%	ПС – от 6% ПВ – от 20,1%	ПС – 6% ПВ – от 20,1%
Банк ВТБ	ПС – от 22,3% ПВ – от 7%	ПС – от 6 % ПВ – от 20,1%	ПС – от 6% ПВ – от 20,1%
Т-Банк	ПС – от 17,9 % ПВ – от 20%	ПС – от 6 % ПВ – от 20%	ПС – от 6 % ПВ – от 20,1%
Банк Уралсиб	ПС – от 18,99 % ПВ – от 20,01%	ПС – от 5,99 % ПВ – от 20%	ПС – от 6 % ПВ – от 20%
Альфа-Банк	ПС – от 19,98% ПВ – от 20,1%	ПС – от 6% ПВ – от 30,1%	ПС – от 6% ПВ – от 30,1%

Отметим, что процентная ставка по льготным ипотекам стабильная для всех банков, однако в 2026 году произойдут изменения в системе льготного кредитования жилья [8]. Для выбора оптимальной программы кредитования следует обращать внимание не только на условия банков, но и на свои финансовые возможности. Именно поэтому при анализе потребительской способности следует главным образом учитывать доходы населения.

Заключение.

Анализ состояния рынка недвижимости, охватывающий как его общие тенденции, так и специфику отдельных секторов, позволяет оценить степень сформированности полноценных рыночных механизмов в стране. На сегодняшний день рынок недвижимости – это система, где формируется модель будущего. Сейчас главная задача для потребителя – это научиться искать выгоду и правильно распределять свои возможности, а для застройщиков – работать и оставаться конкурентно способными.

Исследование рынка жилой недвижимости крупных городов способствует появлению знаний у обычных граждан, особенно у тех дифференцированных групп, которые приобретают жилье на рынке первичной недвижимости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ревоненко, А. В. Исследование механизмов повышения эффективности управления земельно-имущественным фондом муниципального образования / А. В. Ревоненко, Н. О. Бородина, Е. Н. Лосева // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. – 2022. – № 3. – С. 69-74. – DOI 10.33764/2687-041X-2022-3-69-74. – EDN TSNXBV.
2. Онлайн сервис ДомКлик : оф. сайт. – URL: https://novosibirsk.domclick.ru/ipoteka/calculator?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F.
3. Единая информационная система жилищного строительства Наш.дом.РФ: [сайт]. – 2025 URL: <https://наш.дом.рф/сервисы/каталог-новостроек/объект/48681>.
4. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Новосибирской области : офиц. сайт. – URL: <https://54.rosstat.gov.ru/>.
5. Акулова, И. И. Исследование и учет потребительских предпочтений на рынке жилой недвижимости как основа формирования эффективной градостроительной политики / И. И. Акулова // Жилищное строительство. – 2017. – № 4. – С. 3-6. – EDN YMVXMH.
6. Балтина, А. С. Портрет молодого потребителя на рынке недвижимости / А. С. Балтина, Н. Ю. Красавина // Проблемы современной науки и образования. – 2017. – № 19(101). – С. 59-61. – DOI 10.20861/2304-2338-2017-101-001. – EDN YOAUDX.
7. Город Новосибирск : офиц. сайт. – URL: <https://novo-sibirsk.ru/dep/construction/vvod-zhilykh-obektov/>.
8. О порядке предоставления субсидии : Решение от 15.10.2025 № 25-67381-01850-Р. – URL: https://minfin.gov.ru/ru/document?id_4=309881-reshenie_ot_15.10.2025_25-67381-01850-r_o_poryadke_predostavleniya_subsidii&ysclid=mi8d5dr4r02660637

Loseva E.N., Candidate of Technical Sciences

Eremeichenko P.R., student

Kazakova E.V., student

Novosibirsk State University of Economics and Management «NINH»

ANALYSIS OF THE POPULATION'S PURCHASING POWER IN THE PRIMARY REAL ESTATE MARKET

The article analyzes buyers in the primary real estate market and identifies the main criteria that may influence the choice of real estate. It provides a description of the current economic situation in the field of housing construction in the city of Novosibirsk. The article provides an overview of the main mortgage programs offered by leading banks and concludes on the purchasing power of the population. This research forms the basis for a subsequent study of the pricing factors in the primary residential real estate market.

Key words: residential real estate market, real estate buyers, real estate, primary real estate market, new buildings, mortgage

ОХРАНА ПРИРОДЫ И ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 528

Попов Б.А., канд. эконом. наук, доцент

Алёхина О.А., магистр

Воронежский государственный технический университет

РОЛЬ ГЕОДЕЗИИ В ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Рассмотрены несколько ключевых аспектов, связанных с ролью геодезии в экологии. В первой части будет представлен обзор основных понятий и методов геодезии, а также их взаимосвязь с экологией. Далее будет рассмотрено, как геодезические данные используются для мониторинга состояния экосистем, включая примеры успешного применения технологий в различных регионах мира. Особое внимание будет уделено вопросам изменения климата, где геодезия играет важную роль в мониторинге ледников и арктических регионов, что позволяет оценивать последствия глобального потепления и разрабатывать стратегии адаптации. Также в работе будет рассмотрена роль геодезии в управлении природными ресурсами, включая водные, лесные и земельные ресурсы. Сотрудничество между геодезистами и экологами становится все более важным, так как только совместные усилия могут привести к более эффективным решениям в области охраны окружающей среды. В заключительной части будет обсуждено будущее геодезии в области экологии, включая перспективы развития технологий и их влияние на устойчивое развитие. Таким образом, данная работа направлена на исследование ключевых аспектов взаимодействия геодезии и экологии, подчеркивая важность точных данных и современных технологий для охраны окружающей среды и устойчивого управления природными ресурсами. Актуальность темы обусловлена необходимостью поиска эффективных решений для защиты экосистем в условиях глобальных изменений, что делает геодезию незаменимым инструментом в этой области.

Ключевые слова: геодезия, мониторинг, экология, природные ресурсы, глобальные изменения.

Современные технологии, такие как дистанционное зондирование, геоинформационные системы (ГИС) и глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС), открывают новые горизонты для изучения и мониторинга экосистем. Эти технологии позволяют получать данные о состоянии окружающей среды с высокой точностью и в реальном времени, что является ключевым фактором для принятия обоснованных решений в области экологии. Например, с помощью спутниковых снимков можно отслеживать изменения в растительном покрове, оценивать уровень загрязнения водоемов и контролировать динамику ледников, что особенно важно в условиях изменения климата [1].

Интеграция геодезии и экологии представляет собой важный аспект современного научного подхода к охране окружающей среды. Геодезия, как наука, занимающаяся измерением и картографированием Земли, способствует получению пространственных данных, необходимых для анализа состояния экосистем. Геодезические методы позволяют проводить точные измерения, которые служат основой для мониторинга изменений в природных ландшафтах, изучения динамики экосистем и оценки устойчивости природных ресурсов [19]. С помощью стационарных и мобильных геодезических систем можно

собирать данные о состоянии окружающей среды на больших территориях, что способствует своевременному реагированию на экологические риски [7].

Современная геодезия включает в себя не только традиционные методы, но и современные тенденции, такие как создание цифровых моделей местности. Инженеры-экологи могут использовать построенные модели для оценки потенциального воздействия проектируемых изменений на природные экосистемы [17]. Не менее важным является применение геодезии в управлении природными ресурсами, где точные и актуальные данные становятся основой для принятия обоснованных решений [18].

При анализе пространственных данных, собранных с помощью геодезических инструментов, можно выявлять экосистемные проблемы на ранних стадиях их возникновения. Это позволяет не только экстраполировать последствия изменений, но и разработать дополнительные меры по охране биоразнообразия. Существующие геодезические методы значительно облегчают обнаружение и мониторинг загрязнений, что особенно актуально в условиях быстрого техногенного вмешательства в природные процессы [5].

Современные методы геодезии представляют собой обширный набор инструментов и технологий, которые активно применяются для мониторинга состояния окружающей среды и оценки экосистем.

Основные методы включают дистанционное зондирование, глобальные навигационные спутниковые системы (GNSS), лазерное сканирование (LiDAR) и геоинформационные системы (ГИС). Эти методы помогают в оперативной оценке изменений, происходящих в природных и антропогенных ландшафтах, а также в анализе воздействия экологических факторов на биосистемы.

Дистанционное зондирование позволяет собирать данные с помощью спутников или авиационных платформ, позволяя отслеживать изменения в экосистемах в реальном времени. Это особенно актуально для мониторинга лесных массивов, водоемов, а также ледников, которые подвержены изменениям из-за климатических факторов [19]. Лазерное сканирование, в свою очередь, обеспечивает получение высокоточных трехмерных моделей рельефа и растительности, что помогает более детально оценивать состояние экосистем и планировать природоохранные меры [21].

Глобальные навигационные спутниковые системы (GNSS) обеспечивают высокую точность навигации и позиционирования. Они используются для отслеживания движения объектов, что позволяет оценивать динамику таких процессов, как эрозия почвы или изменение уровня водоемов, что важно для управления природными ресурсами [7]. ГИС играют ключевую роль в интеграции и анализе данных, полученных из различных источников, что помогает визуализировать экологические процессы на цифровых картах и моделировать последствия природных и антропогенных изменений [4].

Данные из этих технологий активно используются в мониторинге загрязнений, оценки состояния экосистем и управления природными ресурсами. Например, геодезические инструменты могут быть использованы для анализа уровня загрязненности почвы и воды, а также для оценки состояния экосистем и выявления зон с высоким уровнем загрязнения [18]. Внимание к геодезии со стороны экологов, особенно в свете изменения климата, становится всё более актуальным, так как обширные данные помогают не только в планировании защитных мероприятий, но и в оценке эффективности ранее внедренных решений.

В конце концов, применение геодезии в экологии открывает новые горизонты для устойчивого управления природными ресурсами и защиты окружающей среды, позволяя оперативно реагировать на изменения и предсказывать дальнейшие тенденции [21]. Использование спутниковых и наземных методов, таких как дистанционное зондирование и GNSS, значительно повышает качество экологических исследований и способствует более точной и своевременной интерпретации данных [19].

Современные геодезические технологии предоставляют мощные инструменты для оценки состояния экосистем, таких как леса, водоемы и прибрежные зоны. Их применение разнообразно и охватывает сразу несколько аспектов экологии и охраны окружающей среды. К примеру, дистанционное зондирование позволяет детально анализировать состояние лесных массивов, выявлять изменения в их структуре и биоразнообразии. Это критически важно для своевременного управления ресурсами и сохранения природных богатств[19].

Водные экосистемы также получают значительное преимущество от геодезических методов. Используя лазерное сканирование (LiDAR) и системы глобального позиционирования (GNSS), исследователи могут составлять точные карты русел рек и прибрежных зон, что позволяет определять уровень загрязнения и мониторить гидрологические изменения. С их помощью можно проводить детальные исследования наводненных территорий, изучать состав водных масс и оценивать влияние антропогенной деятельности на экосистемы [7].

Например, в северных регионах активное использование спутниковых технологий для мониторинга ледников и изменения климата помогло ученым увидеть, как изменение температуры влияет на уровень воды в реках и озерах. Такие данные позволяют прогнозировать экологические риски, связанные с наводнениями или засушливыми периодами [18]. Сравнительное изучение антропогенных экосистем в таких зонах также активно использует геодезические технологии для анализа изменений и разработки стратегий их устойчивого развития [21].

Не менее важным является использование данных геодезии для реабилитации поврежденных земель. Знание о масштабах разрушений и пространственных изменениях позволяет эффективнее планировать мероприятия по восстановлению экосистем. Это включает в себя восстановление почвы, флоры и фауны, что способствует улучшению устойчивости экосистем к будущим воздействиям [8].

В результате применения геодезических данных принимаются более обоснованные экологические решения, способствующие сохранению и восстановлению экосистем. Такие действия могут включать разработку программ по охране водных ресурсов, защиту особо ценных природных территорий и адаптацию инфраструктуры к изменяющимся условиям окружающей среды. Таким образом, интеграция геодезии и экологии не только усиливает мониторинг состояния экосистем, но и наполняет их новые смыслы, подчеркивая взаимосвязь между человеком и природой [19].

Необходимо осознать, что изменения климата уже походят на масштабную экологическую катастрофу. В этих условиях monitoring ледников и арктических регионов становится критически важным. Геодезические исследования предоставляют уникальные возможности для отслеживания динамики ледников, позволяя определить их статус и изменения на протяжении многих лет.

Глобальное потепление вызывает значительное ускорение таяния ледников, что связано со многими климатическими факторами. Данные показывают, что ежегодно происходит значительное сокращение объема ледников, особенно в арктических регионах, где изменения происходят быстрее, чем в других местах на планете [10]. Мониторинг объема и массы ледников обеспечивает надежные прогнозы о повышении уровня мирового океана, что критически важно для прибрежных экосистем и населения.

Современные технологии, такие как георадары и спутниковые данные, становятся основными инструментами в геодезических исследованиях ледников. Эти технологии позволяют оценивать изменения в реальном времени, а также проводят детальный анализ структуры льда, что необходимо для создания моделей таяния и обнаружения закономерностей изменений ледников [9]. Эффективные методики мониторинга помогают

не только в оценке текущего состояния ледников, но и в предсказании возможных сценариев их динамики [14].

Например, наблюдения в Национальном парке Норт-Каскейдс демонстрируют, что в результате изменения климата наблюдается заметное сокращение баланса массы ледников, что напрямую связано с повышением температуры [15]. Важно отметить, что изменения в ледниках имеют далеко идущие последствия для экосистем, которые зависят от стабильности почти всех природных компонентов, включая уровень воды, местные климатические условия и биодиверситет.

Исследования показывают, что технические возможности и подходы к мониторингу ледников активно развиваются. Внедрение новых геодезических методов и технологий, таких как использование дистанционного зондирования с космических аппаратов, позволяет улучшить качество и точность информации [11]. Долгосрочные наблюдения, в свою очередь, необходимы для понимания сложных взаимодействий между климатом и ледниковой динамикой, поскольку нелинейность изменений может представлять серьезные риски для окружающей среды.

Для того чтобы адекватно реагировать на происходящие изменения, необходимо международное сотрудничество в области исследований, обмена данными и разработок научных стратегий адаптации к изменению климата. Эти меры позволяют более точно оценивать и минимизировать воздействие климатических изменений на глобальные экосистемы и ресурсы. Всеобъемлющий подход к проблеме таяния ледников и их наблюдению станет ключевым шагом на пути к эффективной охране окружающей среды и устойчивому развитию.

Эффективное управление природными ресурсами требует системного подхода, основанного на точных и актуальных данных. Геодезические технологии обеспечивают такой фундамент, позволяя создавать карты, модели и базы данных, необходимые для анализа и оптимизации использования ресурсов. Это актуально для водных ресурсов, лесов и минеральных ресурсов, где точные данные играют решающую роль в планировании и распределении.

Например, в управлении водными ресурсами геодезия помогает выделить зоны, подверженные затоплению, и тем самым улучшить стратегию упорядочения населенных пунктов и сельского хозяйства. Использование дистанционного зондирования позволяет одновременно собирать информацию о больших территориях, включая оценку качества водоемов и управление водными запасами. В частности, в практике управления водными ресурсами Воронежской области разработаны геодезические принципы, на которых основываются программы по охране водоемов и предотвращению их загрязнения [20].

Леса также требуют внимательного управления, и геодезические данные здесь незаменимы. Они поддерживают инвентаризацию лесных массивов, позволяя отслеживать их состояние и динамику. Например, применение аэрофотосъемки и ГНСС в лесных хозяйствах позволяет контролировать изменения в древесной растительности, что особенно ценно при реализации программ по восстановлению лесов и сохранению биоразнообразия. Такие геодезические проекты способствовали более точному определению мест для посадки новых деревьев и предотвращению вырубок в особо охраняемых природных зонах [7].

Что касается минеральных ресурсов, геодезия играет ключевую роль в их разведке и добыче. Точные геодезические данные позволяют определять границы месторождений, оптимизировать их разработку и атаковать проблемы экологии, возникающие на этапе добычи и переработки. Одним из примеров является использование высокоточных геодезических методов для мониторинга изменений в окружающей среде в местах

ведения горных работ, что помогает предотвратить негативные последствия и минимизировать воздействие на природу [6].

При этом геодезические данные необходимо интегрировать с другими источниками информации, такими как экологические, социальные и экономические показатели. Это позволяет создавать более полные и эффективные стратегии управления, которые учитывают интересы всех участников — от государства до местного населения. Примером успешной интеграции таких данных служат проекты по восстановлению экосистемы на основе мониторинга с интеграцией общественного контроля [3].

Долгосрочные инвестиции в геодезические технологии, особенно в контексте их устойчивого использования, станут залогом успешного управления природными ресурсами будущего. Важно учитывать, что изменение климата и антропогенные факторы острее ставят вопросы мониторинга и управления, что подразумевает постоянное совершенствование геодезических методов и их адаптацию под новые экологические реалии.

Междисциплинарный подход к решению экологических проблем требует тесного взаимодействия между геодезистами и экологами. Это сотрудничество становится особенно актуальным в контексте изменения климата и устойчивого развития, когда необходимо эффективно управлять природными ресурсами и мониторить состояние экосистем.

Одним из успешных примеров такого взаимодействия является проект, реализуемый Московским государственным университетом геодезии и картографии (МИИГАиК) совместно с Минприроды России. В рамках этого сотрудничества создаются специализированные карты и цифровые платформы, которые позволяют отслеживать изменения в природных условиях и формировать научно обоснованные рекомендации для управления охраняемыми природными территориями [12]. Эти инструменты помогают экосистемам адаптироваться к меняющимся условиям, снижая воздействие человека на окружающую среду.

Геодезия также служит основой для реализации проектов по восстановлению экосистем. Например, анализ данных, собранных с помощью дистанционного зондирования, позволяет экологам выявлять участки, требующие внимания или восстановления, а также оптимизировать процессы рекультивации земель [19]. Такое применение геодезических методов корпит экологически чистые и эффективные решения.

В регионе Дальнего Востока России совместные усилия Минприроды и МИИГАиК позволяют формировать базу данных для контроля за экологическими изменениями. Это помогает в решении проблем, связанных с охраной редких видов флоры и фауны. Специальные цифровые платформы позволяют ученым направлять свои усилия на наиболее уязвимые участки, тем самым повышая эффективность их работы [13].

Исследования по отслеживанию изменения климата показывают, что геодезия играет важную роль в мониторинге климатических изменений и их влияния на природные экосистемы. Данные, полученные в результате геодезических обследований, позволяют более эффективно планировать и реализовывать экологические проекты, направленные на сохранение биоразнообразия и улучшение состояния окружающей среды [6].

Принимая во внимание все вышеописанные примеры, необходимость дальнейшего сотрудничества между специалистами в области геодезии и экологии становится очевидной. Это взаимодействие не только способствует решению текущих проблем, но и является залогом устойчивого развития в будущем. Для успешного взаимодействия важно продолжать обмениваться знаниями и опытом, что поможет в создании эффективных решений для защиты окружающей среды и лесных экосистем.

Роль геодезии в экологии будет продолжать трансформироваться благодаря быстропрогрессирующему технологиям, что открывает новые горизонты для решения экологических проблем. Основным трендом станет интеграция больших данных и искусственного интеллекта в процессы анализа и мониторинга. Эти инструменты помогут

геодезистам не только проводить тонкие измерения, но и предсказывать изменения в окружающей среде с высокой степенью точности [16].

Спутниковые системы и беспилотные летательные аппараты (БПЛА) станут основой для сбора данных о состоянии экосистем. Их применение обеспечит более эффективное и безопасное наблюдение, особенно в труднодоступных или экологически опасных зонах. БПЛА способны собирать разнообразные данные о растительности, состоянии почвы и уровнях загрязненности, что поможет исследователям лучше понимать циклы природных процессов и воздействие человека на окружающую среду [1].

Будущее геодезии предполагает также использование сенсоров и устройств Интернета вещей, способных в реальном времени передавать данные о состоянии экосистем. Такой подход обеспечит создание масштабных моделей для анализа и прогноза экологических изменений, что, в свою очередь, повлияет на управление природными ресурсами и стратегию устойчивого развития. Геодезические данные будут использованы для программ по восстановлению экосистем и помохи в принятии решений о защите окружающей среды на более глубоком уровне [19].

Совместные проекты геодезистов и экологов будут играть ключевую роль в создании комплексных решений для защиты природы. Системы, объединяющие геодезию и экологические исследования, позволят более эффективно управлять ресурсами и минимизировать негативное воздействие на природу, создавая консенсус между экологической безопасностью и экономической деятельностью [6].

Таким образом, геодезия будущего, интегрируя новейшие технологии, будет выступать не только инструментом для сбора данных, но и основой для принятия обоснованных решений в области охраны окружающей среды. Увеличение возможностей по мониторингу и прогнозированию позволит человечеству более эффективно реагировать на вызовы, связанные с изменением климата и деградацией природных ресурсов.

В заключение данной работы следует подчеркнуть, что геодезия играет незаменимую роль в экологии и охране окружающей среды, предоставляя необходимые инструменты и данные для глубокого анализа состояния экосистем. В условиях глобальных изменений климата и нарастающего давления на природные ресурсы, важность геодезических исследований возрастает многократно. Современные технологии, такие как дистанционное зондирование, открывают новые горизонты для мониторинга окружающей среды, позволяя получать высокоточные данные о состоянии природных объектов и процессов.

Методы геодезии, используемые в мониторинге окружающей среды, позволяют не только фиксировать текущее состояние экосистем, но и отслеживать динамику изменений, происходящих под воздействием антропогенных факторов. Это особенно актуально в контексте изменения климата, когда необходимо оперативно реагировать на изменения в ледниковых системах и арктических регионах. Геодезические данные становятся основой для научных исследований, которые помогают понять, как климатические изменения влияют на экосистемы и какие меры необходимо предпринять для их защиты.

Применение геодезических данных для оценки состояния экосистем позволяет не только выявлять проблемы, но и разрабатывать стратегии по их решению. Например, мониторинг состояния лесов, водоемов и других природных ресурсов с использованием геодезических технологий способствует более эффективному управлению этими ресурсами. Сотрудничество геодезистов с экологами становится ключевым фактором в разработке комплексных подходов к охране окружающей среды, что позволяет интегрировать данные из различных областей знаний и разрабатывать более обоснованные решения.

Будущее геодезии в области экологии выглядит многообещающим. С развитием технологий, таких как беспилотные летательные аппараты и спутниковые системы, возможности геодезических исследований будут только расширяться. Это позволит не

только улучшить качество данных, но и сделать их более доступными для широкого круга пользователей, включая государственные структуры, научные организации и общественные движения. Важно отметить, что интеграция геодезических данных в процессы принятия решений на уровне управления природными ресурсами и охраны окружающей среды станет залогом устойчивого развития и сохранения экосистем для будущих поколений.

Таким образом, геодезия не только служит основой для научных исследований, но и является важным инструментом в борьбе за сохранение окружающей среды. В условиях глобальных вызовов, с которыми сталкивается человечество, роль геодезии в экологии и охране окружающей среды будет только возрастать, что подчеркивает необходимость дальнейших исследований и инвестиций в эту область. В конечном итоге, успешное взаимодействие геодезии и экологии может стать ключом к созданию устойчивого и гармоничного будущего для нашей планеты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. What Is the future of Environmental Geodesy in the... | ResearchGate // www.researchgate.net - URL: https://www.researchgate.net/post/what_is_the_future_of_environmental_geodesy_in_the_21st_century, свободный. – Текст электронный.
2. Геодезическое будущее: новые технологии для точного... // shedevrum.ai - URL: <https://shedevrum.ai/post/20880e22409811eeb3fbb29646062438/>. – Текст электронный.
3. Ушакова Е.О. Анализ топографо-геодезического обеспечения природоохранной деятельности // Интерэкспо Гео-Сибирь. - 2007. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-topografo-geodezicheskogo-obespecheniya-prirodoohhrannoy-deyatelnosti> (25.12.2024). – Текст электронный.
4. Геодезические методы мониторинга // basis-smis.ru - URL: <https://basis-smis.ru/geodetic-monitoring>. – Текст электронный.
5. Геодезическое обеспечение решения экологических задач... // panor.ru - URL: <https://panor.ru/articles/geodezicheskoe-obespechenie-resheniya-ekologicheskikh-zadach-regiona-pri-monitoringe-zagryazneniya-pochv-tyazhelymi-metallami/12707.html>. – Текст электронный.
6. Геодезия + Экология = | EFT GROUP - геодезия... | Дзен // dzen.ru - URL: <https://dzen.ru/a/zej8jrfjhwiltqye>. – Текст электронный.
7. Геодезия + экология = ? - статьи от компании EFT GROUP // eftgroup.ru - URL: <https://eftgroup.ru/blog/raznoe/geodeziya-ekologiya-/>. – Текст электронный.
8. Шарикалов, А. Г. Геоэкологический анализ состояния антропогенных экосистем / Шарикалов, А. Г., Якутин М. В. // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). - 2011. - №3 (16). - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoekologicheskiy-analiz-sostoyaniya-antropogennyh-ekosistem-1> (16.12.2024). – Текст электронный.
9. Картографирование ледников | Sensoft GPR [Электронный ресурс] // www.sensoft.ca - Режим доступа: <https://www.sensoft.ca/ru/case-studies/glacier-mapping/>. – Текст электронный.
10. Классификация геодезических методов мониторинга ледников [Электронный ресурс] // nagoroh.ru - Режим доступа: <https://nagoroh.ru/p/project/klassifikaciya-geodezicheskikh-metodov-monitoringa-lednikov>. – Текст электронный.
11. Ледниковый контроль: как русские ученые следят за... | Дзен [Электронный ресурс] // dzen.ru - Режим доступа: https://dzen.ru/a/z5_f5nzrjhrfdesg. свободный. – Текст электронный.

12. Минприроды России и Московский государственный университет... [Электронный ресурс] // www.mnr.gov.ru - Режим доступа: https://www.mnr.gov.ru/press/hot-topic/minprirody_rossii_i_moskovskiy_gosudarstvennyy_universitet_geodezii_i_kartografii_zaklyuchili_soglashi/. – Текст электронный.
13. Минприроды и МИИГАиК подписали соглашение на ВЭФ [Электронный ресурс] // ria.ru - Режим доступа: <https://ria.ru/20230911/soglashenie-1895458759.html>. – Текст электронный.
14. Самойлова Светлана Юрьевна Мониторинг горных ледников: задачи, новые методы, перспективы // СибСкрипт. 2012. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-gornyh-lednikov-zadachi-novye-metody-perspektivy> (18.12.2024).
15. Мониторинг ледниковых особенностей и процессов... [Электронный ресурс] // tr-page.yandex.ru - Режим доступа: <https://tr-page.yandex.ru/translate?lang=en-ru&url=https://www.nps.gov/articles/glacier-monitoring-techniques.htm>, свободный. - Загл. с экрана
16. Перспективы развития геодезии, геологии и экологии... [Электронный ресурс] // www.prom-terra.ru - Режим доступа: <https://www.prom-terra.ru/articles/perspektivy-razvitiya-geodezii-geologii-i-ekologii-v-stroitelstve.html>, свободный. - Загл. с экрана
17. Роль геодезии в решении современных экологических... | [Nagoroh.ru](http://nagoroh.ru) [Электронный ресурс] // nagoroh.ru - Режим доступа: <https://nagoroh.ru/p/project/rol-geodezii-v-reshenii-sovremennyh-ekologicheskikh-problem>, свободный. - Загл. с экрана
18. Роль геодезии в экологических проектах: важность... [Электронный ресурс] // ikga.ru - Режим доступа: <https://ikga.ru/articles/rol-geodezii-v-ekologicheskikh-proektah-vazhnost-inzhenerno-geodezicheskikh-izyskanij/>, свободный. - Загл. с экрана
19. Статья на тему Геодезия и экология [Электронный ресурс] // studwork.ru - Режим доступа: <https://studwork.ru/spravochnik/geodeziya/geodeziya-i-ekologiya>, свободный. - Загл. с экрана
20. Управление природных ресурсов Воронежской области... [Электронный ресурс] // uprvo.ru - Режим доступа: <https://uprvo.ru/information/department-land/>, свободный. - Загл. с экрана
21. Электронный научный журнал «Дневник науки» [Электронный ресурс] // dnevniknauki.ru - Режим доступа: https://dnevniknauki.ru/images/publications/2025/6/technics/sazonov_revenko2.pdf, свободный. - Загл. с экрана.

Popov B.A., Candidate of Economic Sciences, Docent

Alyokhina K.V., Master student

Voronezh State Technical University

THE ROLE OF GEODESY IN ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

This paper will highlight several key aspects related to the role of geodesy in ecology. The first part will provide an overview of the basic concepts and methods of geodesy, as well as their relationship to ecology. Next, we will consider how geodetic data is used to monitor the state of ecosystems, including examples of successful technology applications in various regions of the world. Special attention will be paid to climate change issues, where geodesy plays an important role in monitoring glaciers and Arctic regions, which makes it possible to assess the effects of global warming and develop adaptation strategies. The paper will also consider the role of geodesy in the management of natural resources, including water, forest and land resources. Cooperation between surveyors

and environmentalists is becoming increasingly important, as only joint efforts can lead to more effective solutions in the field of environmental protection. The final part will discuss the future of geodesy in the field of ecology, including the prospects for technology development and their impact on sustainable development. Thus, this work is aimed at exploring key aspects of the interaction between geodesy and ecology, emphasizing the importance of accurate data and modern technologies for environmental protection and sustainable management of natural resources. The relevance of the topic is due to the need to find effective solutions to protect ecosystems in the face of global change, which makes geodesy an indispensable tool in this field.

Key words: geodesy, monitoring, ecology, natural resources, global changes.

Правила оформления статей, направляемых в редакцию журнала «ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ НЕДВИЖИМОСТЬЮ, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И ГЕОДЕЗИИ»

К публикации принимаются материалы оригинальные, не опубликованные ранее и непредставленные к печати в других изданиях.

Предлагаемая к опубликованию статья должна соответствовать основным разделам журнала: экономика и управление недвижимостью, землеустройство и кадастры, геодезия и картография, охрана природы и земельных ресурсов.

Авторы должны указать, к какому разделу журнала относится их статья.

Статья представляется в редакколлегию в виде файла формата MS Word (*. doc) в электронном виде. Основной шрифт – Times New Roman, 12 пт, формат А 4 (210 мм х 297 мм), абзацный отступ 1,25 см, интервал между строками - одинарный, нижнее и верхнее, левое и правое поля – 2,5 см. Выравнивание границ текста – по ширине. Страницы нумеруются внизу посередине. Расстановка переносов – автоматическая.

Научные статьи, направляемые в журнал должны иметь следующую структуру: актуальность, цель исследования, методология, ход исследования, результаты исследования, выводы.

Статьи принимаются объемом от 4 до 10 страниц.

Порядок размещения информации в статье

Первая строка – индекс УДК с выравниванием по левому краю с абзацным отступом 1,25 см, шрифт основной.

Через интервал приводятся сведения об авторах: фамилия и инициалы автора(ов), прописными буквами полужирным шрифтом Times New Roman, 12 пт, выравнивание по левому краю с абзацным отступом 1,25 см. После фамилии автора (на этой же строке) основным шрифтом указываются ученая степень, ученое звание, должность. На следующей строке указываются полное наименование организации, где работает(ют) автор(ы), строчными буквами прямым основным шрифтом Times New Roman, 11 пт. Сведения о каждом авторе приводятся с новой строки.

Через интервал располагается заглавие статьи на русском языке, полужирным шрифтом Times New Roman (12 пт), заглавными буквами, без переносов.

Через интервал прилагается аннотация к статье, которая должна быть информативной (не содержать общих слов); оригинальной; содержательной (отражать основное содержание статьи и результаты исследований); структурированной (следовать логике описания результатов в статье); компактной. Аннотация акцентирует научную новизну проведенных исследований и их результатов, отражает логику построения статьи (т.е. затрагивает основные этапы исследований). После аннотации через интервал в имитательном падеже приводятся ключевые слова (5-7 слов). Они должны отражать содержание и обеспечивать возможность информативного поиска.

Через интервал следует основной текст статьи.

Для набора формул использовать встроенный «Редактор формул» (MathType или Equation Editor 3.0), выравнивание по центру без абзацного отступа. Номер формулы в круглых скобках, выравнивание по правому краю. Перед формулой и после нее – интервалы.

Таблицы располагаются по тексту, по возможности, располагать их на одной странице без разрывов. Над таблицей пишется ее название «Таблица 1 – Название таблицы». Ссылка на таблицу в тексте оформляется следующим образом: «табл. 1»

Рисунки (графический материал) должны быть выполнены в форме jpg или tif с разрешением не менее 200 dpi, обеспечивать ясность передачи всех деталей (только черно-белое исполнение). Положение рисунка – по центру, буквы и цифры на рисунке должны быть разборчивы. Подрисуточные подписи не входят в состав рисунков, а располагаются отдельным текстом ниже самого рисунка и пишется «Рис. 1. Название

рисунка». Ссылку на рисунок оформляют следующим образом: «рис. 1».

Таблицы, рисунки, формулы нумеруются в порядке их упоминания в тексте. Таблицы и рисунки в единственном числе не нумеруются.

Размерность всех физических величин должна соответствовать Международной системе единиц (СИ). После текста статьи через интервал приводится список литературы, который оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008. Литературу располагать **без авторнумерации**. Все литературные ссылки в материале должны быть указаны в квадратных скобках - [1] и в тексте должны присутствовать ссылки на все используемые литературные источники. В списке литературы самоцитирование не должно превышать 30%.

Далее через интервал приводится следующая информация на английском языке: фамилия и инициалы автора(ов), ученая степень, ученое звание, должность. На следующей строке указываются полное наименование организации, где работает(ют) автор(ы), через интервал название статьи, через интервал аннотация и ключевые слова. Перевод на английский язык, выполненный компьютерными программами, не принимается.

Уникальность текста статьи должна составлять не менее **85%** по системе Антиплагиат. К статье прилагается заверенная рецензия.

Редакция журнала оставляет за собой право производить сокращение и редакционные изменения текста статей. Дополнения в корректуру не вносятся. Итоговое решение о принятии к публикации или отклонении представленного в редакцию материала, принимается редакционной коллегией и является окончательным.

Журнал выходит два раза в год.

Статьи следует присыпать в электронном виде на e-mail: **zip.nauka@mail.ru**

Адрес редакции: 394006, г. Воронеж, ул. 20 лет Октября, 84, ауд. 7414.

Контактный телефон: 8 (473) 2-71-50-72 Плата за публикацию рукописей не взимается.

Пример оформления статьи

УДК ...

Агапов А.С., д-р техн. наук, профессор

Семенов И.И., канд. с.-х. наук, доцент

Воронежский государственный технический университет

Свиридова М.И., канд. геогр. наук, доцент

Московский государственный университет геодезии и картографии

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ

Рассматриваются вопросы систем автоматизированного проектирования, позволяющих строить цифровую модель местности и формировать 3D-модель сооружения. Особое внимание уделено реализации комплексного решения для автоматизации проектирования, строительства и эксплуатации объектов на основе сквозной информационной модели объекта, то есть реализующих BIM-технологии.

Ключевые слова: цифровая модель местности, системы автоматизированного проектирования, BIM-технологии, ГИС-технологии.

Таблица 1 – Название таблицы

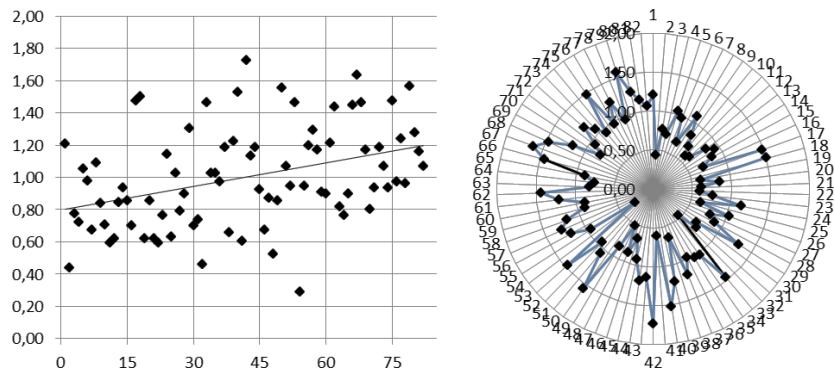


Рис. 1. Название рисунка

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.
 - 2.
 - 3.
 - ...

Agapov A. S., Doctor of Engineering Sciences, Professor
Semenov I. I., Candidate of Agricultural Sciences, Docent
Voronezh State Technical University

Sviridova M. I., Candidate of Geographical Sciences, Docent
Moscow State University of Geodesy and Cartography

APPLICATION OF GEOINFORMATION MODELING TECHNOLOGY IN DESIGN, CONSTRUCTION AND OPERATION OF OBJECTS

The issues of computer-aided design systems that allow building a digital terrain model and forming a 3D model of a structure are considered. Particular attention is paid to the implementation of a comprehensive solution for automation of design, construction and operation of facilities based on an end-to-end information model of the facility, i.e. implementing BIM technologies.

Key words: digital terrain model, automated design systems, BIM technologies, GIS technologies.

Благодарим Вас за соблюдение наших правил и рекомендаций!

Научное издание

ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ НЕДВИЖИМОСТЬЮ,
ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И ГЕОДЕЗИИ

№ 2 (8) 2025

В авторской редакции

Дата выхода в свет: 30.11.2025 г.
Объем данных 27,2 Мб.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84