

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт «Архитектурно-строительный»
Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой ГИСС
к.т.н., доцент
_____ Д.В. Ульрих
_____ 2021 г.

Проблемы использования рельефа с цифровых планово-картографических
материалов для задач кадастра и градостроительства

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

ЮУрГУ–21.03.02.2021.305-04.015 ПЗ ВКР

Консультанты:

к.т.н., доцент

_____ А.В. Бобылев
_____ 2021г.

к.т.н., доцент

_____ А.П. Ворошилов
_____ 2021г.

Руководитель работы

к.т.н., доцент

_____ А.В. Бобылев
_____ 2021г.

Автор работы

студент группы АС-424

_____ Е.А. Гурова
_____ 2021 г.

Нормоконтролер

к.т.н., доцент

_____ А.В. Бобылев
_____ 2021г.

Челябинск 2021

Гурова Е.А. Выпускная квалификационная работа
 «Проблемы использования рельефа с цифровых
 планово-картографических материалов для задач
 кадастра и градостроительства» – Челябинск:
 ЮУрГУ, АСИ, 2021. – 123 с. – библ. назв. 36

В данной научно-исследовательской дипломной работе были выявлены проблемы использования рельефа с цифровых планово-картографических материалов для задач кадастра и градостроительства и предложены основные мероприятия ведения учета рельефа в кадастровой системе и градостроительной деятельности, а так же предложены мероприятия по технологии внедрения трехмерного кадастра в России, основываясь на опыте зарубежных стран.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и библиографического списка.

В первой главе дипломной работы была изучена роль использования информации о рельефе при ведении кадастра недвижимости в Российской Федерации, а так же выявлены особенности отображения рельефа на планово-картографических материалах.

Во второй главе дипломной работы был проведен анализ использования планово-картографических материалов в земельном кадастре, а так же создана технологическая схема, показывающая особенности показа и отображения рельефа на планово-картографических материалах М 1:25:000.

В третьей главе дипломной работы был рассмотрен проектный рельеф и его роль на планово-картографических материалах, а так же изучен процесс использования рельефа для задач кадастра недвижимости и градостроительства.

					21.03.02.2021.305-04.015 ПЗ ВКР			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Зав.каф.</i>	Ульрих Д.В.				<i>Проблемы использования рельефа с цифровых планово-картографических материалов для задач кадастра и градостроительства</i>	<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Н. контр.</i>	Бобылев А.В.					ДП	2	123
<i>Руководи</i>	Бобылев А.В..					ЮУрГУ Кафедра ГИСиС		
<i>Консульт.</i>	Ворошилов А.П.							
<i>Дипломни</i>	Гурова Е.А.							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1. ИЗУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ О РЕЛЬЕФЕ С ПЛАНОВО-КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВЕДЕНИИ КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ И В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	11
1.1 Использование рельефа для ведения кадастра объектов недвижимости.....	11
1.1.1 Использование рельефа при ведении кадастра недвижимости в РФ.....	11
1.1.2 Зарубежные страны.....	16
1.1.3 Анализ и оценка рельефа в градостроительстве при ведении ГИСОГД.....	22
1.2 Особенности отображения рельефа на планово-картографических материалах.....	29
1.2.1 Отличия рельефа на традиционных (бумажных) и цифровых планово-топографических материалах.....	35
1.2.2 Сущность изображения рельефа горизонталями.....	37
1.2.3 Формы и типы рельефа.....	40
2. ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ И ОТОБРАЖЕНИЯ РЕЛЬЕФА НА ЦИФРОВЫХ ПЛАНОВО-КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ МАСШТАБОВ 1:2000 И 1:25 000.....	42
2.1. Планово-картографические материалы. Основные понятия.....	42
2.2.1 Картографические материалы, их сбор и классификация.....	44
2.2.2 Использование планово-картографических материалов в земельном кадастре.....	52
2.3 Особенности и технология создания цифровых топографических карт и планов.....	54
2.3.1 Технологии создания рельефа на планово-картографических материалах.....	61

2.3.2 Рельеф на планово-картографических материалах (особенности показа,отображение).....	69
2.4 Цифровые планово-картографические материалы и рельеф на них.....	76
2.4.1 Отображение рельефа на топографических планах масштаба 1:2 000.....	76
2.4.2 Отображение рельефа на топографических планах масштаба 1:25 000.....	80
2.5 Программное обеспечение: для создания рельефа, отображаемого на планово-картографических материалах.....	87
3. ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЛЬЕФА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ. ОТОБРАЖЕНИЕ СПЛАНИРОВАННОГО РЕЛЬЕФА НА ПЛАНОВО-КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ.....	93
3.1 Задачи кадастра недвижимости.....	93
3.2 Роль рельефа при решении задач кадастра недвижимости.....	94
3.3 Использование рельефа в градостроительной деятельности.....	97
3.4 Проектный рельеф и его роль на планово-картографических материалах.....	102
3.5 Проблемы внедрения трехмерного кадастр.....	109
Заключение	113
Библиографический список.....	115
Приложение 1.....	119
Приложение 2.....	120
Приложение 3.....	122
Приложение 4.....	123

ВВЕДЕНИЕ

Рельеф — совокупность неровностей суши, дна океанов и морей, разнообразных по очертаниям, размерам, происхождению, возрасту и истории развития. Рельеф играет важную роль при планировке территории, оказывает существенное влияние на возможность трассирования улиц и дорог, организации ливневой канализации, размещения застройки, а также на экономические факторы при строительстве и эксплуатации. В связи с этим, отметим важность верного отображения рельефа на планово-картографических материалах и необходимости учета его в кадастре недвижимости и градостроительстве.

Существующая система ведения двухмерного кадастра в России не отвечает прогрессивным требованиям учета недвижимого имущества. Это вызвано тем, что в условиях развития городов, количество сложных объектов пересекаются в проекции на карту и во многих случаях причиной этому является неучтенная информация о рельефе местности. Решением проблемы может стать введение учета рельефа с цифровых планово-картографических материалов и создание трехмерной кадастровой карты.

Актуальность выпускной квалификационной работы заключается в том, что в настоящее время отсутствие трехмерного представления данных в России приводит к неточному отображению объектов местности, а также к возникновению неоднозначных ситуаций по определению кадастровой стоимости, вызванных наличием пересечений и наложением границ земельных участков.

Целью данной работы является исследование технологии создания рельефа на цифровых планово-картографических материалах, являющихся основой при решении задач кадастра и градостроительства.

Для достижения цели были выявлены следующие задачи:

1. Анализ использования информации о рельефе при ведении кадастра недвижимости в Российской Федерации;

2. Изучение технологии использования рельефа в кадастре недвижимости зарубежных стран;

3. Анализ технологии создания рельефа на цифровых планово-картографических материалов.

					21.03.02.2021.305-04.002 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		10

1. ИЗУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ О РЕЛЬЕФЕ С ПЛАНОВО-КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВЕДЕНИИ КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ И В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1.1 Использование рельефа для ведения кадастра объектов недвижимости

1.1.1 Использование рельефа при ведении кадастра недвижимости в РФ

Рельеф — это очертания поверхности Земли, совокупность всех ее неровностей. Слагается из положительных и отрицательных форм. Форма и крутизна рельефа учитываются во многих сферах деятельности человека, таких как: строительство, сельское хозяйство, водное хозяйство, при расчете зон затопления, темпов эрозии, оползней и т.д., из чего следует необходимость верного отображения рельефа, для дальнейшего его исследования и разработки мер для безопасного использования.

Рельеф является важнейшим элементом местности. Изображение рельефа на топографических картах дает полное и достаточно подробное представление о неровностях земной поверхности, их форме и взаимном расположении, превышениях и абсолютных высотах точек местности, преобладающей крутизне и протяженности скатов.

Существует несколько способов отображения рельефа:

- В плоском виде: 1) на крупномасштабных топографических картах рельеф изображают горизонталями, числовыми отметками и дополнительными условными знаками; 2) на физических картах с маленьким масштабом рельеф обозначают цветом и отмывкой.
- В объеме (цифровая модель рельефа): 1) создание матрицы, используемой при аэрофотосъемке (АФС); 2) построение 3D-модели с помощью двумерной карты и матрицы высот; 3) применение лазерного сканирования (как воздушного, так и наземного).

Одним из наиболее перспективных способов, отображения поверхности земли, является воздушное лазерное сканирование (ВЛС). На основе данных, полученных с помощью ВЛС, создается цифровая модель рельефа, которая позволяет решить многие проблемы с его использованием. Осваивается и используется сложный рельеф, все больше вводится в эксплуатацию участков с различными уклонами и ландшафтами. Данную особенность земельных участков невозможно показать на двумерных кадастровых картах. [1]

В России принята система постановки земельных участков на кадастровый учет только в плановых координатах, но в настоящее время необходимо использование трехмерного кадастра.

Трехмерный кадастр – это модель кадастра, учитывающая объект недвижимости как замкнутую фигуру, которая определена в координатах и имеет замкнутую границу.

В основном, это вызвано тем, что в условиях урбанизированных территорий большое количество реальных объектов пересекается в проекции на карту, и плоский планово-картографический материал не даёт наглядного отображения и взаимного расположения этих объектов: подземные и воздушные коммуникации, проходящие над дорогой инженерные сооружения, метро и т.п.

Но, кроме пространственного отображения объектов местности, во многих случаях имеет значение информация о рельефе участков земли в кадастрах.

Существует проблема определения реальной площади участков, т.к. при её расчете используются лишь координаты границ поворотных точек (X, Y), но при этом не учитывается рельеф местности, вследствие чего искажается реальная площадь земельного участка.

Сейчас при формировании стоимости земельного участка кадастровой палатой учитываются следующие факторы:

- границы и площадь данного земельного участка, путем формирования межевого плана;

- категория земель;
- вид разрешенного использования.

В методике расчета кадастровой стоимости рельеф определяется по площади участка, категории земель и виду разрешённого использования. Для бюджетных учреждений учитывается существующий рельеф при наличии информации о влиянии на стоимость (Министерство Экономического Развития России приказ от 12 мая 7 № 226 (пункт 1.12)). В остальных же случаях, особенности рельефа не учитываются при кадастровой стоимости земель. Так же, без учета рельефа местности, определяется арендная плата на земельные участки. Например, если участок был выделен для застройки, то земельные платежи не изменятся от того, что этот участок находится на горе или на равнине и, что затраты на застройку будут разными. В данном случае, по полученным неточным данным о площади участка из-за влияния рельефа, можно сделать вывод, что одинаковая цена использования несправедлива.

По нормативным требованиям максимально допустимые погрешности в определении площади земельного участка не превышают 10%. Расчетные погрешности для конкретных примеров даны в приложении 1, и они значительно меньше.

Самое простое геометрическое вычисление показывает, что на уклонах от 30 градусов реальная площадь участка превысит горизонтальную проекцию на 15 и более процентов. Получается, что в подсчете площадей между идеально плоским участком (принимаемым к учету в кадастре) и фактическим участком, расположенным на рельефе местности, при начислении налогов и арендной платы за землю разница между площадями не берется во внимание.

Можно выделить такую проблему как наложение из-за особенностей рельефа местности границ объектов недвижимости (земельные участки, здания и сооружения), на другие объекты недвижимости из-за отображения на плоской карте и отсутствию карты рельефа местности. Все это может приводить к земельным спорам, ошибкам в регистрации или невозможности отображения объекта на карте в принципе. [2]

Одним из таких примеров можно привести объект незавершенного строительства (ОНС). У продавца данного объекта случился спор с покупателем из-за некорректного расположения участка и самого ОНС. Проблема в том, что объект по данным Росреестра имеет пересечения границ с линейным сооружением (трасса), на карте пересечение отображено, но пересечения в натуре — нет. Так как дорогу прокладывали под землей, все объекты капитального строительства, расположенные уровнем выше на карте, имеют наложение границ с этим сооружением. Но наложение границ есть только на карте из-за одинаковых X и Y координат, но эти объекты находятся на разной высоте и не пересекаются в натуре. Такие ошибки отображения могут привести к неверному учету объектов.

Решением проблемы может быть введение для кадастровых работ и учета объектов недвижимости цифровой модели рельефа местности и создание 3D кадастровой карты. Подобные проблемы с неверным отображением объектов, либо невозможности их нанесения на карту, в связи с их надземным или подземным размещением, являются достаточно распространенным случаем в России.

Двухмерный кадастр недвижимости, как федеральный государственный информационный ресурс, не отвечает прогрессивным требованиям учета недвижимого имущества. Сам принцип ведения кадастра в плоскости, без учета объемных и высотных характеристик неверен, так как не дает полной характеристики объекта и не учитывает особенности новых архитектурных решений с многоуровневым сложным конструктивом.

Введение в практику трехмерного кадастра не будет являться сложной процедурой, если выполнять переход постепенно. Например, при ведении 2D кадастра учитывать сложные компоненты недвижимости и заносить их в отдельную базу (библиотеку) объектов.

Возникает вопрос в действительной необходимости ведения трехмерного кадастра, ведь он подразумевает использование новых технологий, на данный момент нераспространённых при ведении кадастра. В

настоящее время в России распространенными являются: ГИС «Карта 2011», Autodesk 3ds MAX.

Органы кадастрового учета для выявления ошибок определения границ земельных участков используют данные дистанционного зондирования земли. В связи с тем, что общие планово-картографические материалы не удовлетворяют требуемой точности, в некоторых регионах прорабатывается возможность использования высокодетальной аэрофотосъемки.

Дальнейшая обработка результатов аэрофотосъемки позволяет определять параметры объекта (длина, ширина, высота), находить координаты точек, рассчитывать площади, занимаемые объектом.

Из-за плотности застройки в условиях городского ландшафта недостаточно данных аэрофотосъемки. Происходит изменение геометрии объектов, и искажение текстур в результате шумов и недостаточности исходной информации. В связи с этим, при необходимости получения точной геометрически правильной текстурированной модели используют технологию, разработанную в Университете Беркли, США. Данный метод опирается на использование данных не только с летательного аппарата, но и наземной съемки, которая позволяет восстановить форму фасадов и отсечь шумы (деревья, людей, автомобили и т.д.). [3]

Ведение кадастра недвижимости с учетом рельефа и отображения его в ЕГРН помогло бы решить такие проблемы как:

- 1) неточность отображения объекта недвижимости на кадастровой карте;
- 2) наличие пересечений, наложений границ;
- 3) трудность в определении кадастровой стоимости объектов;
- 4) реальная площадь может отличаться от рассчитанной ранее по координатам из-за влияния рельефа.

Таким образом, можно сделать вывод, что одним из способов сделать кадастровый учет объектов недвижимости более корректным может являться применение цифровых моделей местности – цифровая картографическая

модель, содержащая данные об объектах местности, совокупность информации о положении, характеристиках объектов местности, связях между ними и топографической поверхности, представленные в форме, доступной для обработки на ЭВМ. Они позволят отображать недвижимую собственность в 3D, как надземную, так и подземную, а также, помогут справиться со многими задачами, которые сложно или невозможно решить, используя двумерные карты.

1.1.2 Зарубежные страны

В настоящее время в мировой практике ведения кадастрового учета существует новое инновационное направление работ, связанных с трехмерным представлением и трехмерной обработкой информации по объектам кадастра. Это вызвано тем, что плотность застройки в городских районах, и особенно в бизнес-центрах привели к появлению многоуровневых конструкций. Жилые и административные здания, инженерные коммуникации, метрополитен, автомобильные дороги могут находиться на разных высотных отметках одного земельного участка. Именно обработка трехмерных данных позволяет создавать реестры по сложным объектам. [4]

Возможность исследования 3D-кадастра разграничивается тремя структурами, которые определяют потребности, ограничения и возможности 3D-кадастровой регистрации. Эти структуры связываются друг с другом в иерархическом порядке:

1. Юридическая структура
2. Кадастровая структура
3. Техническая структура

В трехмерном кадастре отображаются модели рельефа местности, трехмерные модели зданий с фотографическими текстурами, трехмерные модели крупных инженерно-технических сооружений и коммуникаций. 3D-кадастр позволяет увидеть зеленые насаждения, объекты, которые находятся над или под поверхностью, а также на различных уровнях (например,

дорожные развязки, мосты и тоннели). С изменением подхода к учету появляется возможность рассмотреть больше таких элементов инфраструктуры, как коммуникационные сети и трубопроводы, а также многоуровневых комплексов, многоквартирных домов и других объектов, которые могут некорректно отображаться в двухмерной проекции. Трехмерное отображение местности и объектов, размещенных на ней, значительно расширяет возможности кадастрового учета и механизмы обеспечения прав собственности, планирования и проектирования. Кадастр в формате 3D может способствовать защите интересов государства, бизнеса и граждан. Он является незаменимым инструментом визуализации, который позволит принимать решения значительно быстрее и эффективнее. [5]

Создание наиболее рационального прототипа модели трехмерного кадастра в РФ малоэффективно без изучения опыта зарубежных стран в области внедрения и ведения трехмерного кадастра. В настоящее время системы трехмерного кадастра введены во многих странах мира. В качестве примеров будут рассмотрены кадастровые системы Швеции, Нидерландов и Китая.

1) Кадастр Швеции. Данная страна является одним из родоначальников развития и применения 3D-кадастра. Возможность формирования 3D-моделей объектов недвижимости и их учета в кадастре существует с 2004 года. Базовой единицей кадастрового учета является земельный участок. Сведения об объектах капитального строительства формируются на основании цифровых строительных планов, в том числе, представленных в виде 3D и BIM-моделей, однако, в кадастр вносятся в виде двумерных (плоских) объектов. Таким образом, цифровая информация о границах объектов капитального строительства существует, но эта информация не сохраняется в базе данных национального органа государственного кадастрового учета и регистрации и не является частью правовой документации, используемой при образовании объекта недвижимости. Для исправления сложившейся ситуации, в 2019 году была

запущена программа «Умная искусственная среда» (Smart Built Environment, SBE). Она предусматривает учет 3D-модели объекта капитального строительства как фигуру из вертикальных ребер, включающую пространства для учета выступающих конструктивных элементов объектов и его обслуживания, ограниченную горизонтальными гранями, соответствующую строительному проекту. В случае несоответствия модели проектным данным (например, на позднем этапе строительства принято решение о надстройке еще одного этажа), должна быть выполнена специальная кадастровая процедура (перераспределение). В случае, если объект 3D-кадастра предназначен для проживания людей, его 3D-модель должна включать модели не менее трех жилых помещений и содержать текстовое и графическое описание. Для идентификации 3D-моделей предлагается использовать уникальный номер, с указанием топологической связи с земельным участком, на котором расположен объект капитального строительства. [6]

Основные функции системы кадастрового учета:

- Обеспечение прав граждан на объекты недвижимости;
- Контроль эффективного использования земельных ресурсов;
- Предоставление информации о земле для регистрации прав на землю, сбора земельного налога, улучшения условий для использования собственности в качестве залога при получении кредита.

Единая земельная информационная система Швеции состоит из:

- реестр объектов недвижимости;
- земельный реестр;
- реестр зданий;
- реестр квартир, комнат.

В кадастр вносятся сведения о земельных участках, водных участках, здания, квартиры, подземные объекты (например, трубопроводы), зарегистрированные права, и т. д. Государственный орган ведения кадастрового учета в Швеции осуществляет Тапииненег (Tapiiieneg),

ответственный за формирование реестра недвижимого имущества и географической информации. Тапииненег (Tapiiieneg) имеет территориальные управления в каждом округе и местные отделения в муниципальных образованиях. Регистрацию прав осуществляют специальные местные суды, обновляющие земельный реестр, который является единой земельной информационной системой. Частная структура не участвует ни в процессе кадастрового учета и регистрации прав, ни в процессе кадастровой съемки, однако может принимать участие в качестве консультантов или советников заявителя в конкретных случаях. [5]

2) Кадастр Нидерландов. В основе 3D-кадастра Нидерландов лежит международный стандарт ISO 19152 (LADM). Внедрение трехмерного описания объектов недвижимости происходило в два этапа: на первом этапе в 3D описывались уникальные и социально-значимые объекты (без изменения правовой и технической составляющей кадастра), на втором, с 2016 года начались учет и регистрация 3D-участков (с расширением перечня сведений об объектах недвижимости). Под 3D-участком понимается общая трехмерная модель, включающая многоуровневую конфигурацию горизонтальных и вертикальных ограничивающих поверхностей. Кроме очевидных преимуществ 3D-моделирования, такой вид модели позволяет рассматривать объект недвижимости, расположенный на нескольких земельных участках, в качестве единой модели. В базе данных кадастра Нидерландов относительно объектов недвижимости, дополненных 3D-моделью, содержится следующий состав сведений:

- топологическая связь объекта с 2D-участком/участками;
- трехмерная модель;
- 2D-сечения с сопроводительными аннотациями (в основном, применяется при описании квартир/апартаментов);
- описание топографической привязки к местности, к границам земельного участка/участков;

- каталог координат характерных точек и высот в национальной системе.

В настоящее время ведутся работы по добавлению в указанный перечень сведений о топологической связи смежных 3D-моделей и возможности их проверки на пустоты и перекрытия.

Основные функции системы кадастрового учета:

- Обеспечение прав граждан на объекты недвижимости;
- Обеспечение сбора налогов;
- Максимальная открытость информации в целях стимулирования рынка недвижимости;
- Формирование специальный информационный продукт отвечающего, интересам конкретного клиента.

В настоящее время в Нидерландах существует автоматизированная многоцелевая кадастровая система. В кадастр вносятся сведения о земельных участках, зданиях, квартирах, подземных — объектах, зарегистрированных правах, разрешенном использовании, площади, стоимости, и другие юридический аспекты. Функции по учету, регистрации прав на землю в Нидерландах возложены на агентство по кадастру, регистрации и картографированию, которое после слияния с топографической службой министерства обороны носит название «Топографическая служба кадастра». Частная структура может выполнять отдельные виды работ по договору с Агентством, которое несет ответственность и осуществляет контроль выполнения работ. [5]

3) Кадастр в Китае. В данной стране применяется единый режим регистрации недвижимости (объекты капитального строительства не рассматриваются в качестве отдельных объектов кадастрового учета, а являются составной частью земельных участков, на которых они расположены). В свою очередь, под земельным участком может пониматься как многоугольник в 2D-плоскости (в провинциях, не перешедших на 3D-кадастр), так и пространственная фигура, ограниченная вертикальными

ребрами (3D-участок). Независимо от вида земельного участка, все земельные ресурсы принадлежат государству. На сегодняшний день, полностью говорить о единой базе 3D-кадастра в Китае не представляется возможным. Наибольших успехов в данном вопросе достигло Шеньженьское муниципальное образование. Благодаря наличию единого органа, ответственного за кадастровый учет объектов недвижимости, планирование и развитие городских территорий, геодезическое, картографическое и геологическое обеспечение позволяет избегать юридических препятствий при реализации концепции 3D-кадастра, затрагивающего каждую из указанных сфер. Основной целью внедрения 3D-кадастра в Шеньжэне является учет и последующая продажа/аренда подземных пространств для размещения инфраструктурных объектов и коммерческой недвижимости (магазины, торговые центры и пр.), а также описание объектов, находящихся на границе муниципалитетов, на которые действуют сразу несколько юрисдикций. Так как согласно китайскому законодательству, вся земля принадлежит стране, и управляется правительством, любое физическое или юридическое лицо за исключением правительства, имеют право на пользование землей только через публичный аукцион, договор купли-продажи или уступку земли. В долгосрочной перспективе внедрение 3D-кадастра требует дополнительного вклада технических решений для процесса сбора данных и моделирования. Кроме того, дальнейшая легализация 3D-кадастра и социальная интеграция также имеют решающее значение для широкого использования 3D-кадастра.

[6]

Кадастровые системы Швеции, Нидерландов и Китая имеют несущественные различия. В отношении сложившейся ситуации в России есть принципиальное отличие — кадастровые работы в указанных странах проводят работники государственных органов, осуществляющих кадастровый учет. Однако, принципиально данный критерий не влияет на выбор модели трехмерного кадастра в России. Внедрение элементов трехмерного кадастрового учета объектов недвижимости позволит решить

многочисленные особенности, связанные с недвижимым имуществом. Учитывая, что соблюдение прав граждан – основная функция как кадастра Швеции, Нидерландов и Китая, так и кадастра в России, вопросы совершенствования систем трехмерного кадастра будут весьма актуальны.

1.1.3 Анализ и оценка рельефа в градостроительстве при ведении ГИСОГД

В градостроительстве, при разработке генеральных планов населенных пунктов, проектов детальной планировки и застройки большое значение приобретает характер рельефа местности. Недоучет или использование особенностей рельефа приводит к усложнению проектных решений, удорожанию строительных работ и созданию в ряде случаев неблагоприятных условий для размещения зданий и сооружений, организации движения транспорта и пешеходов, санитарно-гигиенических условий проживания и благоустройства.

Рельеф является основой любого проекта и значительно влияет на выбор планировочного решения при строительстве города и формировании его архитектурно-пространственной композиции. Как правило, существующий рельеф местности всегда требует некоторого преобразования и приспособления к условиям размещения зданий и сооружений, прокладки улиц и подземных коммуникаций.

Рабочий проект любого объекта обязательно включает план мероприятий по обустройству рельефа местности, что при эксплуатации объекта гарантирует удобства при использованиях территории, зданиями и другими строительными элементами благоустройства: близлежащими автомобильными дорогами, тротуарами, зелеными насаждениями и площадками для различного использования.

Организация рельефа (ОР) является важным разделом проекта, в котором разрабатываются задачи преобразования рельефа местности, чтобы площадку максимально приспособить для застройки. Выполнение данных

мероприятий обеспечивает удобство использования участка после сдачи объекта в эксплуатацию. Они предусматривают организацию пешеходной зоны и зоны для движения автотранспорта, что обеспечивает безопасность во время передвижения по территории участка. Кроме того, в организацию рельефа входит разработка мер по отводу дождевых и талых вод.

К основным задачам мероприятий по организации рельефа относятся

- разработка допустимых уклонов окружающей территории (придомовых дорог, перекрестов, площадей), что обеспечивает безопасность и удобство движения транспортных средств и пешеходов,
- разработка системы отвода сточных вод (ливневых, дождевых) с улиц населенного пункта,
- разработка наиболее удобного расположения строительных объектов и прокладку коммуникационных сетей,
- разработка мероприятий по обеспечению безопасности на территориях в сейсмически опасных районах,
- разработка мероприятий по созданию искусственного рельефа,
- придание рельефу на участке архитектурной привлекательности.

При строительстве населенных пунктов требуется решать множество вопросов по размещению улиц, предприятий, жилых микрорайонов, дорог и прочего необходимого на момент разработки проекта или строительства. Это ведет к преобразованию существующей местности, точнее рельефа. Существующий рельеф изменяют даже в том случае, когда он удовлетворяет требованиям планировки, застройки и благоустройства. Это относится, прежде всего, к общегородским и районным центрам, крупным спортивным сооружениям, участкам размещения зданий в жилых районах и микрорайонах, улицам, внутриквартальным проездам и площадкам различного назначения. Объемы земляных работ при преобразовании существующего рельефа зависят от сложности рельефа, наличия площадей неудобных для застройки территорий и в значительной степени от планировочного решения как города в целом, так и отдельных его элементов. [8]

Рельеф изменяют путем его вертикальной планировки и преобразуют в ходе мероприятий «организация рельефа». Вертикальная планировка - это система мероприятий на территории, подвергающейся застройке, по отводу поверхностных вод с территории, защите от наводнений и других природных и техногенных воздействий на территорию, взаимному размещению различных сооружений и коммуникаций относительно поверхности земли с переустройством рельефа местности, при необходимости, в соответствии с действующими нормами строительства. [7]

Земляные работы в комплексе строительства города занимают важное место, как по объему, так и по стоимости. При больших объемах земляных работ стоимость строительства значительно возрастает. Поэтому следует стремиться по возможности сокращать объемы земляных работ и наиболее рационально использовать существующий рельеф местности.

Решение схемы вертикальной планировки больших по площади парков, где проектируют водоемы, холмы, разрабатывают путем тщательного анализа существующего рельефа.

Для оценки участка предполагаемого строительства комплексно проводят изыскания, в первую очередь, с целью сохранения существующего рельефа перед его изменением: основные (инженерно-геологические, инженерно-геодезические, гидрогеологические), гидрометеорологические, климатологические, почвенно-геоботанические и др. Основные изыскания выполняются в первую очередь на всех типах сооружений. Инженерно-геодезические изыскания позволяют получить информацию о рельефе и ситуации местности и служат основой не только для проектирования, но и для проведения других видов изысканий и обследований.

Каждая площадка, которая предназначается для строительства сооружения, должна отвечать определенным техническим требованиям, удовлетворяющим условиям нормальной эксплуатации и минимальных затрат на подготовительные работы и освоение.

Площадку выбирают по возможности в малопересеченной местности с благоприятными для строительства геологическими и гидрогеологическими условиями. Рельеф площадки должен быть спокойным, с уклоном в одну сторону или от середины к краям, обеспечивающим быстрый сток поверхностных вод. Желательно, чтобы минимальные уклоны местности составляли 0,003...0,005, а максимальные – 0,06...0,08.

Для строительных нужд рельеф по крутизне поверхности подразделяется на шесть категорий:

Таблица 1 – категории рельефа по крутизне поверхности для строительных нужд

Категория	Уклон	Строительная оценка рельефа
I	<0.005	Благоприятен для размещения застройки, трассирования улиц и дорог; очень неблагоприятен для организации стока поверхностных вод и прокладки сетей.
II	0.005 - 0.03	Благоприятен и удовлетворяет требованиям застройки, прокладки улиц и дорог. Вертикальная планировка не вызывает сложных мероприятий.
III	0.03 - 0.06	Благоприятен для планировки и застройки, но создает некоторые сложности в размещении зданий, планировки городских площадей и трассировании улиц. Вызывает довольно значительные работы по преобразованию рельефа.
IV	0.06 - 0.1	Представляет большие трудности в планировке и прокладывании инженерных сетей. Вызывает сложные и значительные работы по преобразованию рельефа.
V	0.1 - 0.2	Неблагоприятен для размещения застройки. Вызывает устранение террас. Более приспособлен для малоэтажного

		и индивидуального строительства. Создает большие затраты в прокладывании улиц, дорог и подземных коммуникаций.
VI	> 0.2	Очень неблагоприятен и сложен для планировки застроек и благ. Очень сложен для трассирования улиц и прокладывания подземных коммуникаций. Вызывает очень большие проблемы при вертикальной планировке.

Выбор площадки начинают в камеральных условиях: путем сравнения вариантов выбирают наиболее выгодную площадку для полевого обследования. В натуре, в первую очередь уточняют инженерно-геологические и гидрогеологические условия.

С помощью плана организации рельефа решаются задачи по преобразованию рельефа данной территории для приспособления его к застройке, благоустройству и инженерно-транспортным нуждам. Важной задачей организации рельефа является планирование сочетания вновь обустраиваемых участков с уже существующими. Организация рельефа обеспечивает высотное решение площадей, улиц, проездов, размещение зданий, сооружений и подземных коммуникаций; возможность стока ливневых вод и канализации.

Определяющим документом проекта является схема организации рельефа, составляемая на топографическом плане в масштабе 1:5000 или 1:2000. Утвержденная схема организации рельефа является обязательной для всех ведомств и учреждений, выполняющих застройку и освоение территории.

Рабочий план организации рельефа составляют на топографическом плане. Исходными служат проектные отметки схемы организации рельефа.

Проектный рельеф, образуемый отдельными оформляющими плоскостями, может быть задан в виде профилей, либо проектными горизонталями в сочетании с проектными отметками.

Составление плана организации рельефа начинают с улиц. Первоначально проектируют горизонтали по проезду, а затем развивают их до фасадной линии застройки. При этом учитывают поперечные уклоны проездов, газонов и тротуаров, а также высоты бордюрных камней.

При проектировании рельефа на внутриквартальных территориях исходными являются проектные отметки вертикальной планировки по улицам. Вертикальная планировка внутриквартальных проездов и пешеходных дорожек должна обеспечивать сбор и отвод поверхностной воды с территории квартала на прилегающие уличные проезды или в специальную водосточную сеть. Проектные горизонтали на внутриквартальной территории проводят с учетом характера естественного рельефа, предусматривая наименьший объем земляных работ. Крутые склоны или возвышенные места оформляют озелененными откосами, подпорными стенками, пандусами, лестницами.

На плане организации рельефа указывают отметки “чистого пола” первого этажа, проектные и существующие отметки углов зданий и сооружений. Разрабатывая план организации рельефа, составляют план земляных масс – проектный документ, определяющий объемы земляных масс, подлежащих перемещению. План земляных масс представляет собой чертеж в виде сетки квадратов со стороной 5, 10 или 20 м в зависимости от масштаба плана и требуемой точности подсчета объема земляных работ. В углах каждого квадрата подписывают проектные отметки, отметки естественного рельефа с соответствующим знаком их разности, называемые рабочими отметками. По рабочим отметкам и площадям квадратов (с учетом выемок и насыпей) подсчитывают объемы земляных работ.

При резко пересеченной местности для подсчета объема земляных масс применяют способ вертикальных профилей. Используют для этой же цели и план земляных работ.

Определив общие объемы выемок и насыпей, сводят баланс земляных масс, т.е. определяют, компенсируют ли друг друга выемки и насыпи. На

практике предпочитают, чтобы объем выемок несколько превышал объем насыпей, так как вывезти лишний грунт легче, чем отыскать резервный грунт для насыпи.

Перенос проекта организации рельефа в натуру выполняется в определенной последовательности: отыскивают на местности реперы и марки высотной сети и в случае недостаточного их числа производят необходимое сгущение; выносят на местность проект организации рельефа проезда; переносят на местность проектные отметки точек красных линий; выносят на местность проект организации рельефа квартала (вначале внутриквартальные проезды, затем дорожки, тротуары, углы зданий и проектный рельеф незастроенной части).

Перенос на местность проектов организации рельефа производят в основном приборами и методами, обеспечивающими точность технического нивелирования.

Выбор пятна застройки – самый первый этап реализации строительства. На этом этапе, исходя из поставленных задач, определяется наиболее оптимально расположенный земельный участок, удовлетворяющий как требованиям рационального снабжения строительными материалами, конструкциями и ресурсообеспечением на период строительства, так и отвечающий необходимым требованиям эксплуатации. Осуществляется государственное оформление, отвод земельного участка под строительство и подготовка архитектурно – планировочного задания.

Подготовка площадки является обязательным примерно схожим по составу работ этапом для промышленного и гражданского строительства. В основном, под подготовкой площадки понимается проведение инженерных изысканий, привязка объема, снос старых строений, перекладка сетей, строительство временных зданий и сооружений. [9]

Практическое значение рельефа очень велико. Например, выбор строительных площадок, наиболее удобных створов и районов для гидротехнического строительства, планировка городов сопровождаются

детальным изучением рельефа, особенно в районах распространения вечной мерзлоты, карстовых и оползневых явлений.

По типам и формам рельефа можно судить о строении недр, что способствует поиску полезных ископаемых, разрешению вопросов водоснабжения населенных пунктов и предприятий.

Рельеф играет большую роль в формировании ландшафтов. От него зависят характер стока, климата, распределение растительного покрова.

При решении градостроительных задач большое значение имеют крутизна рельефа, особенности его форм и степень всхолмленности. Не менее важны данные о техногенных изменениях поверхности земли и в ходе эксплуатации застройки.

1.2 Особенности отображения рельефа на планово-картографических материалах

Рельеф — один из важнейших элементов географической среды. Он оказывает существенное влияние на перераспределение тепла и влаги, характер миграции химических элементов и, следовательно, на свойства почв и растительности, определяя таким образом ландшафтные особенности территории. Но главное, что имеет особое значение для кадастра объектов недвижимости – рельеф влияет на размещение населенных пунктов, путей сообщения, промышленных и энергетических сооружений, а также условия сельскохозяйственных угодий (экспозиция склонов, смыв почв, возможность механической обработки земли и др.) во многих случаях обуславливаются характером рельефа земной поверхности.

Задача отображения рельефа на картах весьма сложна, поскольку на плоском листе бумаги должны быть показаны объемные, выпуклые и вогнутые формы, их высоты, размеры, крутизна склонов. Изображение рельефа должно быть измеримым.

Карты и планы создаются по программе единой электронной картографической основы (ЕЭКО) – федеральный государственный

информационный ресурс, содержащий систематизированную совокупность пространственных данных о территории Российской Федерации.

Согласно Федеральному закону от 13.07.2015 N 218-ФЗ (ред. от 30.12.2020) "О государственной регистрации недвижимости" статье 6, ЕЭКО является картографической основой единого государственного реестра недвижимости, и создается, а также обновляется в соответствии с законодательством о геодезии и картографии. Сведения ЕЭКО представляются в государственных системах координат, в местных системах координат, используемых при ведении Единого государственного реестра недвижимости, а также для использования в качестве обзорного (справочного) материала в международных системах координат. Они размещаются на официальном сайте органа регистрации прав в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

В состав ЕЭКО входят:

1) Ортофотопланы масштабов:

- 1:2000 – на территорию населенных пунктов;
- 1:10000, 1:25000 – на территории, включенные в перечень субъектов Российской Федерации и отдельных районов субъектов Российской Федерации (в существующих границах), относящихся к территориям с высокой плотностью населения;

- 1:50000 – на территории, не включенные в перечень субъектов Российской Федерации и отдельных районов субъектов Российской Федерации (в существующих границах), не относящихся к территориям с высокой плотностью населения;

2) Топографические карты и топографические планы масштабов:

- 1:2000, 1:10000 – на территории городов;
- 1:10000, 1:25000 – на территории с высокой плотностью населения;

- 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:1000000 – на всю территорию Российской Федерации;

- общегеографической карты масштаба 1:2500000 на всю территорию Российской Федерации. [10]

Сведения ЕЭКО, представляемые в виде ортофотопланов, создаются на основе материалов дистанционного зондирования Земли, как правило, полученных путем аэросъемки.

В состав сведений ЕЭКО включается информация о следующих видах объектов:

- рельеф местности с точностью, соответствующей масштабу мельче 1:50000;
- гидрография и гидротехнические сооружения;
- населенные пункты;
- промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты;
- дорожная сеть и дорожные сооружения;
- растительный покров и грунты (древесная, кустарниковая, травянистая растительность, пашни, болота, прочие земли (пески, каменистые россыпи, нарушенные земли и тому подобное);
- государственная граница Российской Федерации;
- границы между субъектами Российской Федерации;
- наименования географических объектов; [10]

Создание ЕЭКО осуществляется путем объединения исходных материалов в базу данных и ее преобразование в формат, обеспечивающий возможность работы с ним государственной информационной системы ведения ЕЭКО – ФГИС ЕЭКО. Срок реализации проекта – 2019-2024 годы. [36]

Понятие единой электронной картографической основы, как составляющей цифровой экономики, послужило переходу к промышленному использованию цифровых карт. Несмотря на то, что производится внедрение цифровой экономики, для всей территории страны карты ещё не созданы, а то

что создано ранее – не все имеется в цифровом виде, поэтому возникает необходимость в цифровании.

Цифрование топографических карт — это результат перевода в цифровую форму аналоговых данных о рельефе, хранящихся на бумажных носителях в виде горизонталей и отметок высот. Главная задача цифрования — не просто скопировать содержимое карты, а максимально точно смоделировать рельеф поверхности, передать его пластику. Наибольшую сложность при цифровании представляют участки обрывов и крутых склонов, обычно показываемые на топографических картах слитой в одну линию группой горизонталей [11].

Цифровое моделирование рельефа – одна из важных моделирующих функций геоинформационных систем. ЦМР включает две группы операций, первая из которых создает модель рельефа, вторая – обеспечивает ее использование.

Под цифровой моделью рельефа понимают средство цифрового представления трехмерных пространственных объектов (поверхностей или рельефов) в виде трехмерных данных, образующих множество высотных отметок (отметок глубин) и иных значений аппликата (координаты Z) в узлах регулярной или нерегулярной сети, или совокупность записей горизонталей (изогипс, изобат) или иных изолиний.

Построение ЦМР требует определенной структуры данных, а исходные точки могут быть по-разному распределены в пространстве. Сбор данных может осуществляться по точкам регулярной сетки, по структурным линиям рельефа или хаотично. Первичные данные с помощью тех или иных операций приводят к одному из наиболее распространенных в ГИС структур для представления поверхностей: GRID, TIN или TGRID.

TIN (Triangulated Irregular Network) - нерегулярная триангуляционная сеть, система неперекрывающихся треугольников. Вершинами треугольников являются исходные опорные точки. Рельеф в этом случае представляется многогранной поверхностью, каждая грань которой описывается либо

линейной функцией (полиэдральная модель), либо полиномиальной поверхностью, коэффициенты которой определяются по значениям в вершинах граней треугольников. Для получения модели поверхности нужно соединить пары точек ребрами определенным способом, называемым триангуляцией Делоне. (Приложение 2).

Отличительной особенностью и преимуществом триангуляционной модели является то, что в ней нет преобразований исходных данных. С одной стороны, это не дает использовать такие модели для детального анализа, но с другой стороны, исследователь всегда знает, что в этой модели нет привнесенных ошибок. Однако, если в ранних версиях большинства ГИС триангуляционный метод был основной, то сегодня большое распространение получили модели в виде регулярной матрицы значений высот.

GRID - модель, представляет собой регулярную матрицу значений высот, полученную при интерполяции исходных данных. Для каждой ячейки матрицы высота вычисляется на основе интерполяции. Фактически это сетка, размеры которой задаются в соответствии с требованиями точности конкретной решаемой задачи. Регулярная сетка соответствует земной поверхности, а не изображению. (Приложение 2).

При использовании GRID-модели существует некоторая сложность в выборе интервала между точками. Например, участки поверхности могут быть как сильно пересеченными, так и вы-положенными. В первом случае необходимо большее количество точек на единицу площади.

TGRID (triangulated grid) - модель, сочетающая в себе элементы моделей TIN и GRID. Такие модели имеют свои преимущества, например, позволяют использовать дополнительные данные для описания сложных форм рельефа (обрывы, скальные выступы).

Цифровая модель рельефа (ЦМР) – часть цифровой модели местности, описывающая форму земной поверхности. В свою очередь, цифровая модель местности (ЦММ) – цифровая картографическая модель, содержащая данные об объектах местности, совокупность информации о положении,

характеристиках объектов местности, связях между ними и топографической поверхности, представленные в форме, доступной для обработки на ЭВМ.

Получение ЦММ и ЦМР является одним из технологических этапов при создании ортофотопланов.

Цифровые ортофотопланы - это растровые аэро- или космические снимки, для которых средствами специального программного обеспечения выполнено корректирование ортогональности. Главными достоинствами ортофотоплана является их высокая информативность и возможность быстрого создания. Точность создания цифровых ортофотопланов зависит от точности и адекватности ЦМР и качества растрового изображения.

В картографическом производстве могут использоваться, как ЦММ, так и ЦМР, часто используют либо высотную, либо плановую часть модели. Высотная часть — это цифровая модель рельефа (ЦМР) представляющая информацию о рельефе местности, полученную путем обработки материалов топографической съемки. А совокупность информации о плановом положении, характеристиках объектов и связях между ними это цифровая модель ситуации (ЦМС).

На основе цифровых моделей, помимо построения цифровых топографических планов и карт местности, также можно вести дежурные планы по изученности территории, формировать материалы для землеустроительных и кадастровых работ, проводить работы по мониторингу и проектированию объектов на местности.

Рельеф на картах отображается следующими способами:

1) Дискретный:

а) Пикеты — это точечные векторные объекты, расположенные на поверхности рельефа. Они необходимы для изображения рельефа на плане, должны располагаться на характерных точках и линиях рельефа местности. Из характерных точек выделяют положительные (вершина), отрицательные (дно котловины и т.п.), нулевые или точки перегиба (плечевые, локтевые). Также пикетированию для адекватного отображения рельефа подлежат перегибы

скатов, переход одной формы рельефа в другую, урезы воды в реках, ручьях, озерах, прудах. [12]

2) Частично-континуальный:

а) Изолинии – горизонтали, это линии на карте, соединяющие точки с равными высотами. Данный способ будет рассмотрен более подробно в пункте 1.2.2.

б) Особые формы рельефа – это формы рельефа, для которых одно из направлений не выражено в масштабе плана. Чаще всего длина таких объектов выражается, а ширина нет, например, обрыв, откос, валик.

с) Микроформы – это такие формы рельефа, которые отображаются немасштабными условными знаками, например, карстовые воронки, ямы.

3) Континуальный:

а) Отмывка

б) Способ послойной окраски

с) 3D-модели

Главной целью отображения рельефа на планово-картографических материалах является обеспечение наглядности.

1.2.1 Отличия рельефа на традиционных (бумажных) и цифровых планово-топографических материалах

Топографическая карта всегда была многоцелевой и являлась основой для планирования, управления, проектирования, строительства и решения целого ряда иных задач. Поэтому форма представления топографической информации определяет, как способы ее извлечения, так и уровень автоматизации использования такой информации.

С давних времен планово-картографические материалы составлялись на бумажной основе и были ориентированы на визуальное восприятие и анализ картографического изображения. Восприятие карты базировалось на использовании для отображения рельефа местности системы наглядных, легко читаемых условных знаков и элементов пояснительного и вспомогательного

характера. К пояснительным надписям относятся подписи наименований некоторых объектов и численные характеристики (собственная высота, глубина, ширина и др.), а к вспомогательным - географическая или километровая сетка координат и подписи ее выходов, элементы зарамочного оформления – склонение магнитной стрелки, сближение меридианов, масштаб изображения и сечение рельефа и пр. Преимуществом таких карт, называемых аналоговыми, являются их наглядность, простота и доступность использования практически вне зависимости от внешних условий.

Однако, большим недостатком аналоговых карт является то, что сделать данную карту более информативной (например, повысить точность представления рельефа, отобразить новые данные или динамику какого-либо процесса) не предоставляется возможным, во-первых, потому что это превратило бы её в трудно читаемую, а во-вторых из-за отсутствия необходимого набора параметров, описывающих свойства реальных объектов местности – форм рельефа. Данные карты не могут передавать ту информацию, которую передают цифровые модели.

Например, возьмем обрыв на аналоговой карте – горизонтали, подходят к нему и утыкаются, образуя с ним общие точки, после этого горизонтали прерываются, при этом необходимости вписывать метрику в данные объекты нет, а теперь рассмотрим изображение обрыва на цифровой карте – горизонтали (в том числе и дополнительные), проходящие по линейным обрывам (описываются с учетом следующего:

- верхняя горизонталь проводится по бровке выемки без разрыва;
- нижняя горизонталь проводится по концам штрихов («зубчикам») как самостоятельный объект со значением характеристики «Место расположения» не отображаемый объект на осыпях, скалах;
- остальные горизонтали, выходящие на данные объекты, доводятся до линии описания объектов с формированием узловых точек в местах примыкания. [13]

При этом данные объекты будут содержать метрическую информацию.

Цифровые планово-картографические материалы отображают рельеф с меньшим искажением, чем аналоговые, например, рассмотрим изображение рельефа под строениями: на бумажных носителях мы не увидим горизонталы, которые проходят под строением, они будут входить в него и выходить из него, на цифровых картах, мы увидим, что горизонталы идут не прерываясь, они будут показаны поверх строения, таким образом мы сможем прочесть рельеф и рассмотреть строение.

1.2.2 Сущность изображения рельефа горизонталями

На цифровых картах горизонталы описываются плавной кривой линией по изображению на исходных картографических материалах (ИКМ) или, в случае их отсутствия, по материалам стереоскопической съемки, цифровым матрицам высот по утвержденным технологиям. Метрическое описание горизонталей обязательно согласуется с элементами гидрографии и микроформами рельефа.

Каждый участок горизонтали, графическое изображение которой разрывается изображением площадных объектов гидрографии (рек, каналов) описывается как самостоятельный объект. Поэтому различают следующие виды горизонталей.

- основные (сплошные) — соответствующие высоте сечения рельефа;
- утолщенные — каждая пятая основная горизонталь; выделяется для удобства чтения рельефа;
- дополнительные горизонталы (полугоризонталы) — проводятся прерывистой линией при высоте сечения рельефа, равной половине основной;
- вспомогательные — изображаются короткими прерывистыми тонкими линиями, на произвольной высоте.

При семантическом описании горизонталей используется характеристика «Место расположения» для учета типа площадного объекта, в пределах которого они расположены (поверхность суши, оползни, ледники,

осыпи, скалы, дно водоемов). Основные утолщенные горизонталы на скалах и осыпях выделяются самостоятельными объектами с формированием у характеристики «Место расположения» соответствующего значения. При отсутствии изображения указанных горизонталей на скалах и осыпях, их местоположение определяется методом интерполирования с учетом форм рельефа.

Каждый участок горизонталы, образуемый в результате разрыва ее ледниками, осыпями, скалами, оползнями, карстовыми провалами, описывается самостоятельным объектом, например, в приложении 3 на представленном изображении горизонталы разрываются оползнем, при этом «горизонталь основная» сменяется на «горизонталь основная на оползнях», соответственно характеристика «Место расположения» меняется с «на суше» – «на оползнях, карстовых...».

Основные горизонталы по изображениям скал и осыпям проводятся только на ЭТК масштаба 1:25 000, 1:50 000 на характерных формах рельефа: вершинах, тальвегах, седловинах, для корректного построения матрицы высот. В местах примыкания горизонталей основных к изображению скал и осыпей формируются узловые точки.

Для отображения отдельных деталей рельефа (блюдца в степных районах, западин, отдельных бугров на плоскоравнинной местности), которые не передаются основными или дополнительными горизонталями, используются горизонталы вспомогательные. Они проводятся на произвольной высоте, позволяющей наилучшим образом передать данные формы.

При описании горизонталей дополнительных и вспомогательных, используемых для показа рельефа дна водоемов, формируется характеристика «Место расположения» со значением «Под водой», а для показа дополнительных горизонталей на ледниках и фирновых полях – со значением «На леднике».

Необходимо отметить также показ рельефа горизонталями, как изолиниями. Например, промоина может быть изображена при помощи затяжек горизонталями, а может являться самостоятельным линейным или площадным объектом. То же самое происходит и с обрывом, мы можем показать обвал поверхности при помощи горизонталей, они будут располагаться с минимальным расстоянием друг от друга, либо дать обрыв, как самостоятельный объект, линейным или площадным, в зависимости от его размера. При площадном отображении обрыва, горизонтали будут доходить до него и прерываться, и только верхняя горизонталь будет проходить по верхней линии обрыва. На участках крутых склонов горизонтали описываются в соответствии с ИКМ (с разрывами, если они есть). [13]

Для целей геокодирования были разработаны классификаторы картографической информации, представляющие собой систематизированный перечень кодовых обозначений элементов и объектов местности и плана, а также признаков, характеризующих свойства этих объектов. Классификатор состоит из описания слоев, семантических характеристик и перечня объектов. Условные знаки классификатора передают форму, размеры, местоположение, а также некоторые качественные и количественные характеристики объектов местности. По характеру локализации объекты подразделяются на внемасштабные, линейные и площадные. Внемасштабные объекты (например, крупный валун), не выражающиеся в масштабе карты, могут быть точечными (метрическое описание представлено координатами одной точки) и векторными (метрическое описание представлено координатами двух точек, определяющих ориентирование условного знака на местности). Площадные объекты (например, карстовая воронка)-это объекты, метрическое описание которых представлено последовательностью координат точек их замкнутых контуров. Линейные объекты (например, промоины)-это объекты, метрическое описание которых представлено последовательностью координат их точек.

1.2.3 Формы и типы рельефа

В зависимости от характера рельефа местность подразделяют на равнинную, всхолмленную и горную. Равнинная местность имеет слабовыраженные формы или почти совсем не имеет неровностей; всхолмленная характеризуется чередованием сравнительно небольших по высоте повышений и понижений; горная представляет собой чередование возвышений более 500 м над уровнем моря, разделенных долинами.

Из всего многообразия форм рельефа местности можно выделить наиболее характерные:

- Гора (холм, высота, сопка) – это возвышающаяся над окружающей местностью конусообразная форма рельефа, наивысшая точка которой называется вершиной. Вершина в виде площадки называется плато, вершина остrokонечной формы – пиком. Боковая поверхность горы состоит из скатов, линия слияния их с окружающей местностью – подошва, или основание горы.
- Котловина, или впадина, – углубление в виде чаши. Самая низкая точка котловины – дно. Боковая поверхность ее состоит из скатов, линия слияния их с окружающей местностью называется бровкой.
- Хребет – возвышенность, постепенно понижающаяся в одном направлении и имеющая два крутых ската, называемых склонами. Ось хребта между двумя склонами называется водораздельной линией, или водоразделом.
- Лощина – вытянутое углубление местности, постепенно понижающееся в одном направлении. Ось лощины между двумя скатами называется водосливной линией, или тальвегом. Разновидностями лощины являются долина – широкая лощина с пологими склонами и овраг – узкая лощина с почти отвесными склонами. Начальной стадией оврага является промоина. Овраг, заросший травой и кустарником, называется балкой. Расположенные иногда по склонам лощин площадки, имеющие вид уступа или ступени с почти горизонтальной поверхностью, называются террасами.

- Седловина – пониженная часть местности между двумя вершинами. Через седловины в горах часто проходят дороги; в этом случае седловина называется перевалом.

- Вершина горы, дно котловины и самая низкая точка седловины являются характерными точками рельефа. Водораздел и тальвег представляют собой характерные линии рельефа. Характерные точки и линии рельефа облегчают распознавание отдельных форм его на местности и изображение их на карте и плане.

Формы рельефа могут быть замкнутыми (холм) и открытыми (овраг), вогнутыми (воронка) и выпуклыми (бархан), простыми (западина) и сложными (горный хребет).

Способ изображения рельефа горизонталями на картах и планах дает возможность судить о направлении и крутизне скатов, а также определять отметки точек местности.

2. ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ И ОТОБРАЖЕНИЯ РЕЛЬЕФА НА ЦИФРОВЫХ ПЛАНОВО-КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ МАСШТАБОВ 1:2000 И 1:25 000

2.1 Планово-картографические материалы. Основные понятия

Топографическая карта или план - это уменьшенное изображение местности, показывающее элементы ситуации и рельефа с помощью системы условных знаков.

В зависимости от предъявляемых требований топографические карты и планы отличаются высокой геометрической точностью и географическим соответствием. Это обеспечивается их масштабом, геодезической основой, картографическими проекциями и системой условных знаков.

Отличие плана от карты заключается в том, что планы создаются и вычерчиваются в более крупном масштабе, чем карта. На планах не учитывается кривизна поверхности Земли, а карта строится согласно выбранной картографической проекции. На планах местность отображена очень подробно, а на карте менее детально и, как правило (в зависимости от масштаба) указываются только крупные, характерные объекты ситуации — равнины, горы, города, реки и т.д.

Геометрические свойства картографического изображения: размеры и форма участков, занятых географическими объектами, расстояния между отдельными пунктами, направления от одного к другому – определяются его математической основой. При составлении карт и планов горизонтальные проекции отрезков изображают на бумаге в уменьшенном виде. Степень такого уменьшения характеризуется масштабом.

Масштаб карты (плана) – отношение длины линии на карте (плане) к его действительной длине на местности.

Под точностью масштаба понимают отрезок на местности соответствующий минимальному расстоянию на плане в 0.1 мм. Например, точность масштаба 1:500 соответствует 0.05м.

Объекты местности на планах и картах изображаются условными топографическими знаками, которые бывают масштабными (контурными) и немасштабными.

Масштабными условными знаками изображают объекты местности (элементы ситуации), например, контур леса или пашни, в масштабе плана (карты). Они позволяют определить размеры объекта в плане и его площадь.

Немасштабные условные знаки применяют для изображения предметов, которые из-за небольших размеров невозможно показать на плане или карте в масштабе, например, пункты геодезической сети, колодцы, столбы и др.

Условные знаки применительно к различным масштабам приводятся в специальных каталогах, изданных Главным управлением геодезии и картографии (ГУГК). [14]

В зависимости от того, какие объекты местности будут нанесены и насколько подробно, картографические материалы делятся на тематические и топографические.

Топографическая карта – это подробная карта местности, позволяющая определить, как плановое, так и высотное положение точек на местности. В Российской Федерации создаются топографические карты масштаба 1:1 000 000 и крупнее. Они служат основой для составления общегеографических карт более мелкого масштаба. Отличительная особенность топографической карты от тематической это то, что карта имеет технические требования основных положений по выбору масштабов, высот сечения рельефа; конкретизирует их назначение и содержание; содержит технические указания по технологии и методике выполнения съемок указанных масштабов, а также по применению условных знаков.

К тематическим картам относят карты, основное содержание которых определяется отображаемой конкретной темой. На них с большей детальностью отображаются отдельные элементы местности или наносятся специальные данные, не показанные на общегеографических картах.

Вышеперечисленные карты имеют и общие черты: могут быть представлены, как в бумажном виде, так и в цифровом, однако если брать в сравнение представление аналоговой формы и цифровой, то рельеф в цифровом виде характеризуется рядом специфических черт:

- разнообразием цифровых форм представления рельефа: можно легко представить в виде вертикального профиля или 3D-анимации;
- сохранением точности – если традиционные бумажные карты с течением времени могут деформироваться, то точность рельефа, как составляющей цифровой карты остается неизменной;
- достоверной реализацией автоматической обработки в режиме реального времени – интеграция в ГИС данных о рельефе, представленных в цифровой форме, осуществляется естественнее, чем в аналоговой форме;
- упрощенной процедурой мультимасштабного представления – изображение рельефа может быть получено с разным пространственным разрешением, в зависимости от его представления в разных масштабах.

2.2.1 Картографические материалы, их сбор и классификация

Инженерно-топографические и кадастровые планы, созданные в графической, цифровой и иных формах, должны обновляться с целью приведения их содержания (отображаемой на них информации) в соответствии с современным состоянием элементов ситуации и рельефа местности, существующих зданий и сооружений (подземных, наземных и надземных) с их техническими характеристиками.

При обновлении инженерно-топографических (цифровых инженерно-топографических) и кадастровых планов должна выполняться топографическая съемка вновь появившихся контуров, элементов ситуации, зданий и сооружений (подземных, наземных и надземных) и рельефа местности в местах их изменений. На участках местности, где общие изменения ситуации и рельефа составляют более 35 %, топографическая съемка должна производиться заново.

Инженерно-топографические планы, составленные по материалам съемки при высоте снежного покрова более 20 см, подлежат обновлению. [15]

Обновление инженерно-топографических (цифровых инженерно-топографических) планов и банков инженерно-геодезических данных должно осуществляться на основе использования:

- материалов государственных фондов Росреестра, материалов при местных органах архитектуры и градостроительства, а также прочие ведомственные материалы;

- материалов и данных геоинформационных систем (ГИС) поселений и предприятий;

- материалов и данных государственных реестров;

- топографо-геодезических материалов предприятий и организаций, выполненных, данными организациями – аэрофотоснимки, оригиналы и копии планов, их формуляры, каталоги координат и высот закрепленных на местности пунктов (постоянных точек) геодезической основы, исполнительные чертежи и планы законченных строительных объектов, профили;

При обновлении планов съемочным плановым обоснованием должны служить пункты существующей опорной геодезической сети, точки постоянного съемочного обоснования, четкие контуры и предметы – ориентиры, а высотным обоснованием – нивелирные знаки и твердые контуры (колодцы, цоколи зданий и т.п.), имеющие высотные отметки. Обновление планов может выполняться камеральным исправлением содержания с последующим полевым обследованием или без него, а также исправлением в поле приемами мензульной и тахеометрической съемок. Поддержание планов на уровне современности заключается в систематическом и периодическом их обновлении наземными съемками и аэрофотосъемкой.

Обновление топографических планов в масштабах 1:5000 и 1:2000 рекомендуется осуществлять по материалам высокодетальной аэрофотосъемки. Для этого составляется проект полевых работ, в котором

учитывают все имеющиеся плановые материалы и намечают территории для аэрозалетов. При наличии фотопланов и уточненных фотосхем удаление с планов отсутствующих элементов ситуации, а также выявление вновь появившихся контуров зданий и сооружений и других предметов местности выполняется камеральным дешифрированием; нанесение же на план вновь появившейся ситуации производится полевым дешифрированием с необходимыми измерениями в натуре. В случаях, когда аэрофотосъемочные работы произвести не представляется возможным, планы обновляют по данным полевых обследований и съемок текущих изменений с использованием имеющихся материалов исполнительных съемок в масштабах 1:1000 - 1:500. При обследовании в натуре определяют места и объекты, подлежащие съемке, для чего все изменения, происшедшие в ситуации и рельефе, систематически наносят на копию плана, а места с явно выраженными изменениями в рельефе оконтуривают. Обновление топографических планов масштаба 1:5000 также возможно производить по материалам высокодетальной космосъемке. В настоящее время в гражданском обороте имеются снимки разрешения 0,3-0,4 м зарубежные и 0,6 м отечественные, при этом точность для пятидесятичного масштаба составляет 2,5 метра соответственно, что позволяет качественно произвести обновление плана данного масштаба. [16]

Съемка изменения ситуации и рельефа на застроенных территориях, а также вновь выстроенных объектов производится методами горизонтальной и вертикальной съемок с соблюдением требований, предусмотренных нормативными документами для данного масштаба съемки. При небольших изменениях ситуации съемка текущих изменений производится промерами от твердых точек ситуации, снятых с теодолитных ходов. После камеральной обработки материалов съемки текущих изменений их накладывают на оригиналы планшетов, при этом места, где имеются изменения, с оригиналов планшетов тщательно счищают. В случаях, когда изменения в ситуации и рельефе значительны, целесообразно изготовить новый оригинал планшета.

Текущие изменения в ситуации и рельефе на планшетах в масштабе 1:1000 - 1:500 снимают с помощью мензулы от существующей ситуации, с обмером зданий и сооружений по габаритам и составлением плана непосредственно в поле.

В качестве топографической основы для обновления крупномасштабных планов используются:

- копии составительских и издательских оригиналов, изготовленные на чертежной бумаге высокого качества, наклеенной на жесткую основу, или на прозрачном пластике;

- цифровые фотокопии с фотопланов, составленных по материалам новой аэрофотосъемки. Для небольших исправлений отдельных элементов планов допускается использовать составительские оригиналы.

- топографические материалы, представленные в цифровой форме.

Съемка вновь появившихся объектов (контуров) и изменений рельефа, а также оформление полевых и камеральных материалов должны производиться в соответствии с требованиями, предъявляемыми к наземной топографической съемке.

Инженерно-топографические планы должны составляться по картографическим материалам данного или более крупного масштаба. При составлении планов по материалам съемок более крупного масштаба следует выполнять генерализацию – обобщение несущественных деталей, отбор важных и исключение второстепенных объектов местности. Картография для получения необходимых сведений использует многие источники — разнообразные документы, по которым ведется составление карт.

К источникам принадлежат:

- астрономо-геодезические данные;
- общегеографические и тематические карты;
- кадастровые данные, планы и карты;
- данные дистанционного зондирования;
- данные непосредственных натуральных наблюдений и измерений;

- данные гидрометеорологических наблюдений;
- материалы экологического и других видов мониторинга;
- экономико-статистические данные;
- цифровые модели;
- результаты лабораторных анализов;
- литературные (текстовые) источники;
- теоретические и эмпирические закономерности.

В зависимости от тематики и назначения создаваемого картографического материала одни из источников выступают как основные, а другие оказываются дополнительными и вспомогательными. Например, для топографических карт источниками могут служить данные лесных, гидрологических карт, сведения ЕГРН, для экономико-географических основными источниками могут служить данные статистической отчетности. Различают источники современные, отражающие нынешнее состояние картографируемого объекта, и старые, показывающие его прошлые состояния или ранние стадии изученности. В некоторых случаях ценны именно старые источники, например, когда речь идет об реконструируемых объектах местности или о выравнивании рельефа при строительстве. Кроме того, источники, привлекаемые для картографирования, подразделяют на первичные, полученные в ходе прямых измерений и наблюдений, и вторичные, являющиеся результатом обработки и преобразования первичных материалов. Естественно, что первичные и вторичные источники различаются по достоверности, точности, уровню обобщения, степени генерализации и другим характеристикам, которые привносятся в процессе обработки.

Общегеографические карты используют в качестве источников при составлении любых тематических карт. Они служат основой для нанесения тематического содержания. Топографические, обзорно-топографические и обзорные карты — это надежные и достоверные источники, которые создают по государственным инструкциям, в стандартной системе условных знаков с определенными, строго фиксированными требованиями к точности. Вся

территория России покрыта топографическими картами масштабов 1:25 000 и мельче. На отдельные территории имеются карты более крупных масштабов. Другие, сравнительно небольшие по площади страны располагают картами значительно более крупных масштабов, например, территория Великобритании целиком закартографирована в масштабе 1:2 500. Вся планета охвачена международными картами масштабов 1:1 000 000 (около 1000 листов) и 1:2 500 000 (262 листа). Значение общегеографических карт не ограничивается использованием их для привязки тематического содержания. Они обеспечивают географическую достоверность картографирования, играя роль каркаса, относительно которого выполняют нанесение и последующую увязку тематического содержания составляемой карты, а также взаимное согласование карт разной тематики.

Материалы полевых съёмок по-прежнему остаются одним из самых точных источников данных для построения ЦММ. За последнее время их инструментарий претерпел серьезные изменения. Стандартный набор современных инструментов для измерения углов и расстояний на местности включает в себя дальномеры, нивелиры, теодолиты, и тахеометры. Дальномеры используются для измерения расстояний, для измерения превышений предназначены нивелиры. Современные электронные тахеометры оснащены микрокомпьютерами, для вычисления углов и расстояний, и преобразования их в координаты точек на местности. Существуют отражательные и безотражательные тахеометры. В безотражательных тахеометрах используется мощный лазерный луч, который может отражаться от любых объектов на местности. [17]

В настоящее время, как источник данных для создания ЦММ, помимо оцифрованных топографических карт и материалов полевых съемок, так же используется эффективный метод извлечения данных о рельефе — обработка материалов ДЗЗ.

Данные дистанционного зондирования. Материалы дистанционного зондирования получают в результате неконтактной съемки с летательных

воздушных и космических аппаратов. Получаемые документы очень разнообразны по масштабу, разрешению, геометрическим, спектральным и иным свойствам. Все зависит от вида и высоты съемки, применяемой аппаратуры, а также от природных особенностей местности, атмосферных условий и т.п. Главные качества дистанционных изображений, особенно важных для составления карт, — это их высокая детальность, одновременный охват обширных пространств, возможность получения повторных снимков и изучения труднодоступных территорий. Их используют для составления и оперативного обновления топографических и тематических карт, картографирования малоизученных и труднодоступных районов (например, высокогорий). Наконец, аэро- и космоснимки служат источниками для создания общегеографических и тематических фотокарт.

Данные полученные из вышеперечисленных источников наносятся на планово-картографические материалы.

На картографических материалах, как правило, изображаются все объекты и контуры местности, элементы рельефа, предусмотренные действующими условными знаками.

В соответствии с этим на топографических планах масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 достоверно и с необходимой степенью точности и подробности в зависимости от масштаба плана изображаются:

- пункты триангуляции, полигонометрии, трилатерации, грунтовые реперы и пункты съемочного обоснования, закрепленные на местности (наносятся по координатам). На планах масштаб: 1:5000 могут не показываться пункты геодезических сетей сгущения в стенах зданий, а также стенные реперы и марки;

- здания и постройки жилые и нежилые с указанием их назначения, материала (для огнестойких) и этажности.

- промышленные объекты - комплексы строений и сооружений заводов, фабрик, электростанций, шахт, карьеров, торфоразработок и т.д.;

- буровые и эксплуатационные скважины, нефтяные и газовые вышки, цистерны, наземные трубопроводы, линии электропередач высокого и низкого напряжения, колодцы и сети подземных коммуникаций; объекты коммунального хозяйства.

- железные, шоссейные и грунтовые дороги всех видов и сооружения при них - мосты, туннели, переезды, переправы, путепроводы, виадуки;

- гидрография - реки, озера, водохранилища, площади разливов, приливно-отливные полосы и т. д. Береговые линии наносятся по фактическому состоянию на момент съемки или на межень;

- объекты гидротехнические и водного транспорта - каналы, канавы, водоводы и водораспределительные устройства, плотины, пристани, причалы, молы, шлюзы, маяки, навигационные знаки и др.; объекты водоснабжения - колодцы, колонки, резервуары, отстойники, естественные источники и др.;

- рельеф местности с применением горизонталей, отметок высот и условных, знаков обрывов, скал, воронок, осыпей, оврагов, оползней, ледников и др. Формы микрорельефа изображаются полугоризонталями или вспомогательными горизонталями с отметками высот местности;

- растительность древесная, кустарниковая, травяная, культурная растительность (леса, сады, плантации, луга и др.), отдельно стоящие деревья и кусты. При создании планов масштабов 1:1000 и 1:500 по дополнительным требованиям каждое дерево может быть снято инструментально с показом его породы знаком и надписью (подеревная съемка);

- грунты и микроформы земной поверхности: пески, галечники, такыры, глинистые, щебеночные, монолитные, полигональные и другие поверхности, болота и солончаки;

- границы - политико-административные, землепользования и заповедников, различные ограждения. Границы районов и городских земель наносятся по координатам имеющихся поворотных пунктов границ или по имеющимся ведомственным картографическим материалам.

На топографических планах помещаются собственные названия населенных пунктов, улиц, железнодорожных станций, пристаней, лесов, песков, солончаков, вершин, перевалов, долин, балок, оврагов и других географических объектов. Отсюда и вытекает использование планово-картографических материалов в земельном кадастре.

2.2.2 Использование планово-картографических материалов в земельном кадастре

Материалы земельного кадастра целесообразно разделять по методам отображения кадастровых данных. Материалы, полученные в результате строгих методов отображения данных, определяют, как планово-картографические, все остальные, полученные нестрогими методами, — как текстовые документы.

Текстовые документы обычно заполняют на основе планово-картографической документации. При учете земель планово-картографическая документация имеет более существенное значение, так как содержит данные о местоположении, конфигурации и площади земельного участка и должна отражать современное состояние использования земель.

Первым источником информации для текстовой базы данных являются материалы учета количества и качества земель, собираемые и хранимые в традиционной (бумажной) форме или в электронном виде, а также информация о недвижимости, инфраструктуре и другая информация, связанная с землей, представляемая в муниципальные, коммунальные органы и другие ведомства. Формой ведения кадастровых данных является ЕГРН, в рамках него имеется составляющая ГКН, дежурные кадастровые карты, интернет портал в виде публичной кадастровой карты. [18]

Планово-картографические материалы городского кадастра используют для решения следующих задач:

- производства графических измерений и расчетов, связанных с планированием, прогнозом;

- выполнения расчетов при проектировании объектов промышленного и гражданского городского строительства;
- определения объемов земляных работ при строительстве и реконструкции объектов городского хозяйства графоаналитическими методами;
- установления границ землепользования, административных границ района, городской черты;
- определения площадей кадастровых участков и других учетных единиц;
- составления графических приложений к правовым и юридическим документам;
- планирования природоохранных мероприятий на территории города.

Точность материалов и документов земельного кадастра определяется многими критериями. Для планово-картографических материалов — масштабом кадастровых планов, средней квадратической ошибкой измерений.

[19]

Планово-картографическая документация необходима для пространственного восприятия объектов земельных отношений, отдельных видов угодий и получения их пространственных характеристик. На планово-картографических материалах наглядно изображаются границы землевладений и землепользования, их взаимное расположение; границы и площади всех видов и подвидов угодий. В планово-картографических материалах отражается весь комплекс сведений, характеризующих земельный фонд района по перечню показателей, учитываемых в текстовых документах. В состав этих карт входят: карта землепользования, земельно-учетная карта, почвенная карта, карта бонитировки почв, карта экономической оценки земель. К сожалению, в настоящее время в ЕГРН не используются планово-картографические материалы, как основа для отображения данных. Особенность содержания планово-картографического материала заключается в том, что он является пространственным базисом, обеспечивающим планово-

высотную связь данных об объектах и явлениях городской среды на всех уровнях структуры городского кадастра. Содержание планово-картографического материала отражается на кадастровых планах. Исходным условием сбора кадастровых данных для создания планово-картографического материала является объектовый уровень.

Содержание планово-картографического материала является весьма объемным, так как отражает множество объектов и их характеристик, однако важным аспектом, который к сожалению, в настоящее время не отражается на планово-картографических материалах является рельеф местности. Рельеф играет огромную роль при изображении границ землевладений и землепользований, на их взаимное расположение, на экономическую оценку земель, а также на объектный уровень. Изображение рельефа — это весьма трудоемкая работа, требующая необходимых знаний, программного обеспечения и методики построения.

2.3 Особенности и технология создания цифровых топографических карт и планов

В настоящее время в картографии интенсивно развивается направление по созданию электронных карт, моделей виртуальной реальности, картографических анимаций, мультимедийных атласов, ГИС - технологий. Уровень развития информационных технологий предоставляет возможность использования цифровых моделей рельефа, данных дистанционного зондирования, баз геоданных и программных средств для разработки новых методов и подходов к процессу составления и оформления карт. Это позволяет повысить качество, полноту, достоверность, современность и выразительность картографической информации.

Для создания и полноценного использования топографических карт необходимо знать их свойства и особенности. В карте различают ее содержание (объектовый состав), передаваемое условными знаками, математическую основу, легенду, вспомогательное оснащение и

дополнительные данные. Все это соответствует слоям электронной карты (ЦТК, ЦТП, ЦПГ).

Содержание - главная часть любой топографической карты - включает в себе некоторую совокупность сведений о показанных на карте природных и социально-экономических объектах (явлениях), их размещении, свойствах, иногда также динамике. Оно может быть расчленено на отдельные географические элементы по однородным группам объектов, показываемых на карте. Элементами содержания топографических карт являются: опорные геодезические пункты, воды, рельеф земной поверхности, растительный покров, грунты, населенные пункты, пути сообщения и средства связи некоторые объекты промышленности, сельского хозяйства, культуры, политического и административного деления.

Математическая основа, определяющая математические законы построения карты и геометрические свойства картографического изображения, устанавливает координатную связь между объектами в натуре и их изображением на карте. В математическую основу карты входят картографическая проекция, координатная сетка (или сетки), масштаб и опорная геодезическая сеть.

Картографическая проекция, выражающая функциональную зависимость между координатами точек поверхности земного эллипсоида и его изображения на плоскости, передается на карте через координатную сетку (или сетки) - плоское изображение системы координатных линий, избранную на поверхности эллипсоида. Опорная геодезическая сеть обеспечивает переход от физической поверхности Земли к поверхности эллипсоида и правильное положение географических элементов карты относительно координатной сетки.

Геодезическая сеть, необходимая в процессе съемок, обычно показывается на топографических картах и таким образом включается в их содержание.

Классификация объектов цифровых топографических карт (ЦТК) заключается в разделении множества объектов ЦТК на подмножества в соответствии с имеющимися у них признаками. Классификатор объектов цифровых топографических карт состоит из нормативного документа, представляющего систематизированный свод наименований и кодовых обозначений объектов ЦТК, их признаков и значений признаков, классифицированных и кодированных в соответствии с принятой системой классификации и кодирования объектов ЦТК. Кодированием объектов цифровых топографических карт является присвоение объектам ЦТК, их признакам и значениям этих признаков символьных обозначений в соответствии с определенными правилами, которые обеспечивают возможность их выделения из множества данных. Система классификации и кодирования объектов цифровых топографических карт - свод правил и конкретных указаний, определяющих порядок классификации и кодирования объектов ЦТК, а также признаков указанных объектов и их значений. [20]

Строгая классификация - обязательное условие для внедрения автоматизации в информационно-картографические службы.

Любая классификация должна удовлетворять ряду логических требований. Во-первых, обязательна последовательность перехода от общего понятия к частным, то есть постепенность расчленения широкого понятия на более узкие. Во-вторых, на каждой ступени классификации необходимо применять определенное основание деления. В-третьих, при расчленении широкого понятия на более узкие сумма последних должна равняться объему широкого.

Группы, выделенные на каждой ступени классификации должны четко различаться между собой, чтобы исключить возможность отнесения одной и той же карты к разным группам. Чем подробнее классификация, тем труднее реализация этого требования на практике. Значение классификации карт по масштабу определяется влиянием масштаба на содержание и особенности использования карт.

Топографических карт подразделяют на:

- крупномасштабные (1:10 000 – 1:25 000);
- среднемасштабные (1:50 000 – 100 000);
- мелкомасштабные (1:200 000 – 1:500 000).

Всеобщая информатизация и компьютеризация проявляются кроме всего прочего в создании цифровых моделей самых разных объектов и явлений. В этом смысле топографические карты, являясь графической моделью земной поверхности, уже не удовлетворяют современным требованиям, и основным продуктом топографии становятся цифровые и электронные топографические карты.

В технологии создания топографических карт различают «чистое» создание и обновление. На начальном этапе большинство цифровых карт создавались методом дигитализации (координирования множества точек) по оригиналам обычных топографических карт; затем были внедрены более совершенные растровые технологии. При «цифровании» существующих топографических карт возникает необходимость получения дополнительной информации о местности, которой на обычных картах просто нет, поэтому и здесь приходится выполнять некоторые процессы «цифровой топографии».

[21]

При создании цифровой карты на территории, где топографическая карта нужного масштаба отсутствует, и при обновлении цифровых карт применяется следующая технология, в которой можно выделить следующие крупные процессы:

- создание геодезической основы (съемочного обоснования),
- получение аэроснимков местности,
- дешифрирование снимков и сбор семантической информации,
- создание файлов цифровой карты путем ввода информации в ПК.

В каждом из этих процессов имеется множество проблем, которые всегда возникают при отработке новых технологий. Применительно к

цифровым картам это проблемы: полноты объектового состава, правил цифрового описания объектов, точности планового и высотного положения объектов, согласования метрического положения объектов, форматов представления данных, технического и программного обеспечения и т.д.

Исходными материалами для создания цифровых карт местности служат топографические и специальные карты и планы, аэрокосмоснимки, различные справочные материалы и другие источники. В настоящее время в мире разработано достаточно много систем цифрования карт. Большинство из существующих систем основываются на использовании сканеров и автоматической или интерактивной векторизации карт. Технология основана на смешанной обработке растровых и векторных изображений с использованием ручных и сканерных средств ввода и обеспечивает полный технологический цикл получения цифрового картографического изображения (ЦКИ) с заданной производительностью, точностью и достоверностью. Технология реализована в виде двух программно-информационных комплексов: комплекса ручной дигитализации карт и планов, и комплекса сканерного ввода и растровой обработки картографических изображений. [21]

Ручной ввод - наиболее простой способ оцифровки материалов, но требует большого напряжения человека-оператора при цифровании больших и сложных исходных материалов, что приводит к снижению точности ввода и появлению ошибок в цифровых данных. Данный способ не предъявляет особых требований к качеству исходного материала, однако требуется предварительная подготовка материала, на которую практически затрачивается время, соизмеримое со временем собственно цифрования карт и планов. Дигитайзеры бывают различного формата для ввода данных как с обычных материалов (бумажных или пластиковых), так и с исходных материалов, наклеенных, например, на алюминиевую или картонную основу. В настоящее время завершены работы по созданию гибридных средств ввода, основанных на методах ручного и сканерного ввода данных.

Сканерный ввод обладает большей точностью и скоростью цифрования, однако требует определенного программного обеспечения. Имеющиеся технологии растровой обработки картографических изображений основаны на методах автоматического формирования векторного представления и частичной автоматической классификации объектов изображения. А также унификации обработки черно-белых и цветных картографических изображений за счет использования единой технологической схемы, что достигается путем цветоделения исходного цветного изображения на первом этапе обработки картографической информации.

Средства предварительной обработки растровой информации включают такие операции, как улучшение качества изображения, цветоделение, сшивка растровых фрагментов, согласование систем координат различных слоев изображения и др. В предварительное структурирование и формирование векторного описания картографического изображения входят: растр-векторное преобразование; создание векторного топологического описания изображения; формирования пространственно-логических связей (ПЛС) типа «входимость» для внутренних контуров; формирования габаритных рамок объектов; редактирования линейно-контурного описания объектов изображения и др. Исходные растровые и полученные наборы векторного описания картографических изображений являются входными данными для автоматизированной структуризации картографического изображения. Сюда входят операции послойной обработки линейно-контурного описания изображения с использованием в качестве «фона» растрового изображения карты и формирования объектов цифровой модели местности (ЦММ) в понятиях и требованиях принятой системы классификации и кодирования картографической информации. Структуризация картографического изображения основана на автоматической сборке объектов местности по линейно-контурному описанию в соответствии с правилами цифрового описания объектов.

Исходными материалами при создании топографических карт и планов являются материалы наземной, аэро – и космоснимки (черно-белые, цветные или спектрональные изображения), материалы планово-высотной подготовки снимков. Могут использоваться и другие дополнительные материалы (топографические и специальные карты и планы смежных масштабов, эталоны дешифрирования, справочники, словари, схемы, протоколы-описания, ведомости и т.п.).

Сбор данных - первый этап создания цифровых карт. Ошибки этого этапа обходятся дорого, поэтому стоит использовать электронные геодезические приборы (GNSS-приемники, тахеометры, цифровые нивелиры), которые позволяют исключить такие характерные для работы с оптическими приборами источники ошибок, как снятие отсчета, диктовка, запись, перенос данных из полевых журналов в вычислительную ведомость, вычисления. Используя программное обеспечение, поставляемое с приборами GNSS, возможно обработать результаты измерений, уравнивать полученные геодезические сети и вычислить координаты пунктов для последующих тахеометрических съемок. После измерения координат точек геодезической съемочной сети и получения ведомости координат переходят к съемке местности. Максимально сократить издержки и повысить производительность труда при топографических съемках позволяют электронные тахеометры: с их помощью можно не только измерять углы и расстояния, но и кодировать полевую информацию. Определив перечень объектов, подлежащих картографированию, создают таблицы, в которых каждый объект получает уникальный идентификатор. Для сохранения достоверности и актуальности информации, содержащейся на карте, необходимо ее постоянное обновление.

При глобальных изменениях территории может потребоваться повторная тахеометрическая съемка отдельных ее участков. Быстрота измерений при тахеометрической съемке достигается тем, что положение снимаемой точки местности в плане и по высоте определяется одним наведением трубы прибора на рейку, установленную в этой точке.

Топографические карты по аэрофотоснимкам создаются комбинированным и стереоскопическими методами. При комбинированном методе контурная часть плана создается с использованием аэрофотоснимков в камеральных условиях, а рельеф снимается в поле при помощи мензулы. При стереофотограмметрических методах рисовка рельефа выполняется в камеральных условиях. Стереоскопическую модель местности ранее получали на специальных стереоприборах: измерительных стереоскопах, стереокомпараторах, универсальных стереофотограмметрических приборах, монокомпараторах и т.д., а также на экране монитора компьютера. Ранее, в среде программных комплексов ЦФС различали два способа стереоскопической рисовки рельефа: универсальный и дифференцированный. При универсальном способе при помощи перекрывающихся снимков на стереофотограмметрических приборах создается пространственная модель местности, по которой определяют координаты X , Y , Z любой точки местности. В результате измерений на стереомодели при универсальном способе горизонталы автоматически вычерчиваются на бумаге. Для этого используют приборы стереографы или стереоетрографы топографических карт. При дифференцированном методе единый процесс создания плана или карты местности разделяется на ряд этапов. Высоты точек рельефа получают камерально, путем измерений на стереомодели, после этого на снимках рисуют горизонталы, используя полученные высоты, как и при полевой съемке. Но в настоящее время данные методы не реализованы на ЦФС.

2.3.1 Технологии создания рельефа на планово-картографических материалах

Как и в традиционной картографии, процесс создания электронной карты начинается с редакционно-подготовительного этапа, который включает сбор картографических, съемочно-геодезических, литературных, статистических и других материалов, разработку редакционных указаний. Для компьютерных технологий характерно добавление новых специфических

процессов: подготовка материалов для сканирования или цифрования; разработка макетов для составления на компьютере; изготовление или доработка имеющейся цифровой карты; составление, оформление и подготовка к изданию оригинала карты на экране компьютера.

В состав картографических работ относят: цифрование отсканированных картографических материалов (более крупных или данного масштаба) и составление рельефа с более крупномасштабных исходных картографических материалов. [22]

При составлении рельефа с карт с более крупного масштаба необходимо выполнение следующих задач:

1. Фильтрация горизонталей для удаления лишних точек и сглаживание горизонталей.

2. Перекодирование горизонталей в соответствии с новым сечением рельефа и удаление горизонталей, которые не используются при данном сечении рельефа. Исключение может составлять равнинная местность, когда для показа особенностей рельефа местности требуются вспомогательные горизонтали.

3. Разрядка дополнительных горизонталей, оставив их в местах, требующихся для показа особенностей рельефа местности.

4. Сглаживание изгибов и дрожание горизонталей, которые не выражаются в масштабе карты.

5. Перекодирование малых по площади объектов местности (микроформ рельефа) из площадных во внесматштабные условные знаки.

6. Перекодирование узких площадных объектов в линейные (например, узкие скалы в обрывы, овраги в промоины, промоины в две линии в промоины в одну линию)

7. Увязка горизонталей с микроформами рельефа.

8. Согласование рельефа с гидрографией.

Главной геодезической основой топографических съемок в масштабе 1:25 000 являются:

- спутниковые геодезические сети: фундаментальная астрономо-геодезическая сеть (ФАГС), высокоточная геодезическая сеть (ВГС), спутниковая геодезическая сеть 1 класса (СГС-1);

- государственная геодезическая сеть в виде пунктов триангуляции, трилатерации и полигонометрии 1,2,3 и 4 классов, развиваемая в соответствии с требованиями "Инструкции о построении государственной геодезической сети Союза ССР", и геодезические сети сгущения, развиваемые в соответствии с указаниями, приведенными в "Инструкции по топографическим съемкам в масштабах 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 и 1:500";

- государственная нивелирная сеть в виде марок и реперов нивелирования I, II, III и IV классов, прокладываемая в соответствии с требованиями "Инструкции по нивелированию I, II, III и IV классов". [23]

Плотность пунктов главной геодезической основы при топографических съемках в масштабе 1:25 000 должна быть не менее одного пункта на 50-60 кв. км, а в труднодоступных районах - на 75-90 кв. км. Государственные геодезические сети (ГГС) – это совокупность закрепленных точек земной поверхности (геодезических пунктов), положение которых определено в общей системе геодезических координат. ГГС предназначена, например, для установления и распространения единой государственной системы геодезических координат на всей территории страны, обеспечения исходными геодезическими данными средств наземной, морской и аэрокосмической навигации, аэрокосмического мониторинга, и многое другое. Закрепление геодезических пунктов осуществляется специальными инженерными устройствами и сооружениями-центрами, а также наружными знаками, являющимися носителями координат. Для обеспечения лучшей сохранности и опознаваемости на местности геодезические пункты имеют соответствующее внешнее оформление канавами, курганами. Наружные знаки представляют собой металлические, деревянные или бетонные сооружения пирамиды, сигналы, туры. [24]

На картах пункты ГГС изображают различными условными знаками. Отображают пункты государственной геодезической сети, точки съемочной сети, закрепленные на местности центрами, астрономические пункты, реперы и марки государственной нивелирной сети. Центральные точки условных знаков геодезических пунктов, обозначающие местоположение пункта, наносят на карты с максимальной точностью (по координатам). Условные знаки геодезических пунктов сопровождаются подписями отметки высоты в метрах, отнесенной к наружному центру пункта. Условными знаками государственной геодезической сети показывают геодезические пункты I, II, III и IV классов, координаты которых помещены в каталогах координат геодезических пунктов. Условные знаки пунктов государственной геодезической сети на зданиях, а также на церквях применяют при изображении на картах масштабов 1:25000 и 1:50000 зданий, возвышающиеся части которых (шпили, башни) определены как геодезические пункты, а их координаты включены в каталоги координат геодезических пунктов. Условными знаками точек съемочной сети показывают закрепленные на местности центрами пункты триангуляции и полигонометрии. Астрономические пункты изображают на картах малообжитых районов, если они служат исходными пунктами для развития геодезических сетей или являются ориентирами. Условными знаками реперов и марок государственной нивелирной сети показывают нивелирные реперы и марки, высоты которых определены из высокоточных измерений.

Номера условн. знаков	УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ		НАЗВАНИЯ ОБОЗНАЧАЕМЫХ ОБЪЕКТОВ
	1:25 000, 1:50 000	1:100 000	
	ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПУНКТЫ		
1			Пункты государственной геодезической сети [1,4]
2			То же на курганах (2-высота кургана в метрах) [1,4]
3		Не показываются	То же на зданиях [1]
4			То же на церквях [1]
5			Точки съёмочной сети, закрепленные на местности центрами [2,4]
6			То же на курганах (2-высота кургана в метрах) [2,4]
7			Реперы и марки государственной нивелирной сети (71,9-отметка высоты головки репера или центра марки, 71,5-отметка поверхности земли) [3,4]
8			Астрономические пункты [5]

Рис. 1 Условные обозначения пунктов ГГС

При техническом проектировании геодезического обоснования на лесные участки стандартные схемы их развития могут заменяться другими по геодезическому построению, более гибкими и разреженными по плотности; допускается сочетание триангуляции и полигонометрии.

При топографических съемках в масштабе 1:25 000 с сечением рельефа через 2,0 или 2,5 м один пункт нивелирования I, II, III и IV классов должен приходиться на площадь 50-60 кв. км.

При топографических съемках горных районов в масштабе 1:25 000 с сечением рельефа через 5 и 10 м в качестве высотной основы, как правило, должны служить пункты триангуляции, трилатерации или полигонометрии, высоты которых определены из геодезического нивелирования с погрешностью не более 0,5 и 1 м соответственно.

Одним из видов топографической съемки является аэрофототопографическая съемка, материалы которой являются одним из основных источников информации о местности при решении задач создания и

обновления топографических карт и планов. Для аэрофотосъемки равнинных и всхолмленных открытых районов используют аэрофотоаппараты с $fK = 70$ мм, залесенных районов $fK = 100$ мм, горных и высокогорных районов $fK = 100, 140$ или 200 мм. Предпочтительно применять аэрофотоаппараты, обеспечивающие более высокие метрические и изобразительные качества аэроснимков.

Аэрофотосъемка для стереоскопической съемки рельефа с сечением через $1,0$ м должна выполняться аэрофотоаппаратами, прошедшим особо тщательную проверку на предшествующих работах. Аэрофотоаппарат, используемый для обеспечения стереофотограмметрических работ, должен располагаться, как правило, на гиросtabilизирующей установке. Все вышеперечисленные требования к аэрофотосъемке с применением классических АФА в настоящее время не используются. Однако, выбирая цифровые аэрофотоаппараты, руководствуются теми же требованиями, что и для классических.

При аэрофотосъемке должны регистрироваться показания радиовысотомера и одного-двух статоскопов. Если проектом топографических работ предусматривается определение координат центров проектирования аэроснимков радиогеодезическим методом, то регистрируются также показания самолетного радиодальномера РДС и самолетного электрометеорографа.

Аэрофотосъемка площади участка может выполняться одним аэрофотоаппаратом (при необходимости дважды, в разное время) или двумя одновременно. Аэрофотосъемка одновременно двумя аэрофотоаппаратами с получением дополнительных крупномасштабных аэроснимков для целей дешифрирования проектируется в тех случаях, когда фотограмметрические работы производятся по аэроснимкам мелкого масштаба (получаемым основным аэрофотоаппаратом), не позволяющим выполнять дешифрирование с необходимой полнотой и подробностью. Технические параметры АФС определяются из условия, применяемого АФА, для каждого из летательных

аппаратов скорость полета и его высота. Основные параметры регламентируются «Инструкцией по аэрофотосъемочным работам для целей топографии»: высота полета должна быть не более 3% отклонения от местности и не более 5% на горной местности, а также не прямолинейность маршрута должна составлять не более 2-3%. Двукратная аэрофотосъемка производится в тех случаях, когда:

- для стереоскопической съемки рельефа необходимы аэроснимки более крупного масштаба, чем для изготовления фотопланов;
- фотограмметрическое сгущение опорной сети целесообразно выполнять по мелкомасштабным аэроснимкам, а для создания оригинала карты необходимы аэроснимки более крупного масштаба;
- для целей стереоскопической съемки рельефа и для отображения на карте контуров аэрофотосъемку целесообразно выполнять в различное время года. [24]

Аэрофотосъемка выполняется маршрутами, параллельно идущими в направлении с запада на восток или с севера на юг. Маршруты стараются выполнять параллельно границам съёмочного участка. Аэрофотосъемочные маршруты, как правило, прокладывают по заданным направлениям. Проект положения осей маршрутов наносится на карту, масштаб которой может быть в 4-5 раз мельче масштаба топографической съемки.

При топографической съемке в масштабе 1:25 000 с сечением рельефа 5,0 и 10,0 м труднодоступных и малоконтурных районов, с целью упрощения работ по геодезическому обоснованию и маркировке, кроме аэрофотосъемки площади участка выполняют аэрофотосъемку по каркасным маршрутам.

Каркасные маршруты прокладывают перпендикулярно маршрутам аэрофотосъемки площади через 20-25 км, а также по их стыкам. Масштаб фотографирования каркасных маршрутов устанавливается таким же, как и для маршрутов съемки площади, при этом продольное перекрытие аэроснимков задается равным 80%.

При стереотопографических съемках с высотой сечения рельефа через 1,0 и 2,0 (2,5) м залесенных районов с лиственными или смешанными породами аэрофотосъемку рекомендуется выполнять весной или осенью при отсутствии листвы на деревьях.

Аэрофотосъемка крупных речных долин выполняется в период меженного уровня воды в реках. В районах, где продолжительность съемочного периода ограничена, аэрофотосъемку производят независимо от уровня воды в реках, а для установления меженного уровня вдоль рек прокладывают дополнительные маршруты.

Создание планово-высотной подготовки аэрофотосъемки заключается в надежном закреплении и привязке опознаков, характерных точек рельефа. Съёмочное обоснование следует выполнять методами триангуляции, полигонометрии, трилатерации, построения линейно-угловых сетей, нивелированием, а также путем использования спутниковой геодезической аппаратуры. Точность создания планово-высотного обоснования принимается в соответствии с основными техническими требованиями, изложенными в приложении СП 47.13330.2012. Точность определения координат и высот опознаков принимается в соответствии с Инструкцией по топографической съемке, а также в соответствии с СП 47.13330.2012 и ГКИНП (ГНТА)-02-036-02. [25]

Аэрофотосъемка должна производиться, как правило, после завершения маркировочных работ. Маркировочные работы - работы по нанесению условных знаков, букв, цифр, графических знаков или надписей на объект с целью его дальнейшей идентификации, указания его свойств и характеристик. В тех случаях, когда маркировка своевременно не произведена, разрешается выполнять аэрофотосъемку площади до маркировки с последующим проложением каркасных маршрутов вдоль рядов опорных точек после завершения маркировки. При этом разрыв во времени аэрофотосъемки площади участка и каркасов должен быть возможно меньше.

2.3.2 Рельеф на планово-картографических материалах (особенности показа, отображение)

Рельеф является одним из наиболее важных элементов местности и имеет большое военное и народно-хозяйственное значение. Расчлененность рельефа, крутые склоны, глубокие долины, лощины и овраги затрудняют движение. Отдельные формы рельефа — хребты, возвышенности, овраги — являются хорошими ориентирами. Наконец, высокие горные хребты служат препятствием для авиации. Рельеф оказывает существенное влияние на специализацию земледелия и животноводства. Особенности рельефа обязательно учитываются при проектировании и строительстве дорог, водохранилищ, каналов и различных сооружений. Все это обуславливает высокие требования к изображению рельефа на картах.

Рельеф на картах масштабов 1:10 000 - 1:200 000 изображается горизонталями, условными знаками скал, осыпей, обрывов, карстовых воронок, оврагов с обнаженными склонами, промоин и т. д. Изображение рельефа дополняется числовыми отметками характерных точек местности, подписями горизонталей, а также относительных высот и глубин отдельных положительных и отрицательных форм рельефа и указателями направления склонов.

Высота сечения рельефа устанавливается в зависимости от масштаба карты и характера картографируемого района. Для карт масштабов 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000 и 1:500000 установлены основные высоты сечений, представленные в таблице 1.

Таблица 2 – высота сечения рельефа для М 1:10 000 - 1:500 000

Масштаб	1:10 000	1:25 000	1:50000	1:100 000	1:200 000	1:500 000
	Высота сечения рельефа (м)					
Для равнинных районов	2,5	2,5	10	20	20	50
Для горных районов	5	5	10	20	40	100

Для высокогорных районов	-	10	20	40	40	100
--------------------------	---	----	----	----	----	-----

Основными требованиями, предъявляемыми к изображению рельефа на картах масштабов 1:10 000—1:200 000, являются:

- точное и подробное отображение всех форм и элементов рельефа;
- точное отображение горизонталями крутизны скатов и в особенности мест изменения крутизны;
- четкое выделение орографических точек и линий рельефа: вершин, тальвегов, бровок, террас и т. п.;
- отображение типичных черт и характерных особенностей рельефа (типа и характера) картографируемого района;
- увязка изображения рельефа с изображением других элементов содержания карты: речной сети, растительности, дорожной сети и т. д. [26]

Важным условием правильного изображения рельефа является предварительное изучение его составителем по картографическим материалам и литературным источникам, согласно указаниям, помещенным в редакционном плане. Редакционный план - документ, разрабатываемый редактором карты, конкретизирующий положения по составлению и подготовке к изданию карты применительно к особенностям картографируемой области и качеству используемых карт материалов.

В процессе изучения устанавливают высоту сечения рельефа на основном картографическом материале; тип и характер рельефа, направление и протяженность горных хребтов, водоразделов, тальвегов; разбирают неясно изображенные участки и т. д. В случае необходимости используют аэроснимки, съемочные планшеты, фотоснимки, описания и другие источники, с помощью которых определяют, правильно ли переданы формы рельефа на основных картографических материалах.

Отбор форм рельефа и обобщение их изображения

Основной задачей отбора является установление форм, определяющих тип и характер рельефа картографируемого района, который подлежит изображению на составляемой карте. Степень отбора форм и элементов рельефа зависит от назначения и масштаба составляемой карты, типа и характера рельефа и картографических материалов.

Высотные отметки служат опорой для изображения рельефа, облегчают чтение его, помогают определять относительные высоты. При отборе высотных отметок сохраняются отметки геодезических пунктов, командных высот и вершин, имеющих собственные названия. Помещаются также отметки высот, имеющиеся на картах более мелких масштабов, отметки урезов воды и по возможности отметки характерных контурных точек. На карту, как правило, не наносятся отметки точек, расположенных на скатах, не имеющих ориентирного значения. В целом количество высотных отметок на карте должно быть таким, чтобы по ней легко можно было определить высоту любой точки местности.

Обобщение изображения рельефа производится с целью четкой передачи его типичных черт и характерных особенностей и состоит в обработке рисунка горизонталей, заключающейся в исключении второстепенных и подчеркивании тех подробностей, которые типичны для рельефа картографируемого района и важны с точки зрения назначения карты. Отдельно взятая правильно обобщенная горизонталь позволяет судить о высоте местности и отчасти о направлении скатов, но она недостаточна для суждения о крутизне скатов и, следовательно, о формах рельефа. Только совокупность горизонталей может передать все характерные черты форм рельефа.

Для достижения этой цели при изображении рельефа необходимо соблюдать следующие требования:

— обобщение рисунка горизонталей выполнять в пределах всего ската или участка, ограниченного водотоками или оврагами, начиная его с

горизонталей, рисующих все основные отобранные для изображения формы рельефа;

— четко отображать размеры, характерные очертания и взаимосвязь отдельных форм рельефа, сохранять положение и направление тальвегов и водоразделов, правильно отображать протяжение хребтов;

— сохранять изменения крутизны и плановое положение точек перегибов скатов (несоблюдение этого требования приводит к искажениям в отображении характера скатов);

— наглядно отображать степень относительной расчлененности рельефа (изображение сильно изрезанных участков должно четко отличаться от изображения участков со слабым расчленением);

— для четкого отображения направления и характера водоразделов показывать имеющиеся на них вершины и седловины; с этой целью сохранять на карте верховья лоцин, расположенных по разные стороны от водораздельной линии и подчеркивающих положение седловин;

— замыкание горизонталей по дну долин производить в соответствии с формами;

— характерные мелкие формы рельефа (незначительные холмы, впадины, перегибы скатов, террасы, валы и т. п.) отображать дополнительными и вспомогательными горизонталями и специальными условными знаками;

— при отображении дополнительной горизонталью уступа звеня ее вычерчивать до тех пор, пока не будут одинаковыми заложения дополнительной и соседними с ней основными горизонталями;

— обращать особое внимание на увязку горизонталей с элементами гидрографии, высотными отметками и формами рельефа, изображаемыми специальными условными знаками;

— подписи горизонталей, верх цифр которых должен быть направлен в сторону возвышения ската, располагать в местах, где недостаточно высотных

отметок для быстрого определения по карте высот любых точек местности и где они будут легко читаться без поворота карты;

— указатели направления скатов ставить на горизонталях, изображающих вершины, котловины и седловины, а также на горизонталях, примыкающих обоими концами к рамке листа карты, на остальных горизонталях указатели направления скатов необходимо давать выборочно в таком количестве, чтобы в любой части листа карты легко читался рельеф.

Изображение форм рельефа, не выражающихся горизонталями

Такие формы рельефа, как скалы, оползни, осыпи, обрывы, овраги с обнаженными склонами, промоины, карстовые воронки, сухие русла рек, курганы, ямы и т. д. изображаются с помощью специальных условных знаков. Применение специальных условных знаков для показа форм рельефа, не выражающихся горизонталями, должно осуществляться на основе тщательного изучения характера этих форм по основным и дополнительным картографическим материалам.

При отборе оврагов и промоин важно сохранить их относительную густоту и тем самым правильно передать степень расчлененности склонов. Поверхностные и грунтовые воды, растворяя известняки, образуют формы так называемого карстового рельефа.

Наиболее распространенные формы — карстовые воронки — показываются каждая в отдельности только на картах масштабов 1:50000 и крупнее. На картах более мелких масштабов отображаются лишь районы распространения карстовых воронок. При отборе карстовых воронок в первую очередь наносятся те из них, которые могут быть изображены горизонталями. К специальным условным знакам прибегают в случаях, когда карстовая воронка в масштабе составления получается в виде точки. Отбор и изображение форм рельефа, не выражающихся горизонталями, производится ранее проведения горизонталей.

Изображение подводного рельефа

Рельеф дна морей, крупных озер и водохранилищ изображается изобатами и специальными условными знаками и дополняется отметками глубин. На картах масштабов 1:25 000—1:200 000 изобаты проводятся на глубинах 2, 5, 10, 20, 50, 100 м. Отметки глубин отдельных точек даются в количестве 5—15 на 1 дм² карты.

Специальными условными знаками изображаются отмели, банки, подводные и надводные камни, скалы, приливоотливные полосы и т. д. Названия наиболее значительных форм подводного рельефа подписываются. Изображение подводного рельефа производится по данным морских карт. При отсутствии на морских картах изобат они проводятся путем интерполирования по отметкам глубин.

Оформление орографических названий

Правильно помещенные подписи орографических названий повышают читаемость изображения рельефа, способствуя более легкому восприятию его важных форм (хребтов, возвышенностей, низменностей и т. д.). Нагрузка карты подписями орографических названий зависит от ее назначения и масштаба, а также от особенностей изображаемого типа рельефа.

С уменьшением масштаба карты количество подписей орографических названий сокращается за счет названий форм рельефа, имеющих второстепенное значение для карты данного масштаба. Размеры шрифтов для подписей орографических названий берутся в зависимости от размеров форм рельефа согласно указаниям, данным редакционным плане. Подписи названий крупных форм рельефа (хребтов, долин и т. п.) располагают на карте на всем протяжении последних. При очень большом протяжении хребтов, долин и т. п. подписи названий повторяются. Названия командных высот, как и их отметки, подписываются более крупным шрифтом, чем названия и отметки остальных высот.

Особенности изображения долинно-балочного рельефа

Равнинный рельеф, характеризующийся наличием многочисленных долин, балок и оврагов, называется долинно-балочным. Количество, форма и глубина долин, оврагов и балок характеризуют пересеченность местности. Некоторые овраги и балки благодаря их четко выраженным очертаниям служат хорошими ориентирами. Основное отличие балок от оврагов заключается в характере их склонов. У оврагов склоны крутые, обрывистые, обнаженные; у балок — пологие и задернованные.

При изображении отдельных долин, балок и оврагов следует четко вырисовывать их бровки, прибегая в необходимых случаях к применению дополнительных и вспомогательных горизонталей. Также тщательно должны быть отрисованы горизонталями тальвеги, определяющие направление долин, балок и оврагов.

При генерализации изображения долинно-балочного рельефа необходимо передать общую систему балок и оврагов, сохранить их основную конфигурацию и все характерные угловатые и ветвистые формы. Для этого горизонтали в случае необходимости затягиваются в направлении верховьев балок и оврагов до четверти и даже до половины высоты сечения. Замыкаются они под острыми углами. В верховьях балок и оврагов нередко располагаются узкие промоины, часть которых на карте надо сохранить.

В случае плоских водоразделов нельзя допускать, чтобы их возвышенные точки получили на карте вид отдельных «пиков», не свойственных этому типу рельефа. [27]

Особенности изображения холмисто-моренного рельефа

Для холмисто-моренного рельефа типично наличие множества холмов и понижений между ними, разнообразных по величине и очертаниям. Изображению такого рельефа свойственны округлость и вместе с тем извилистость горизонталей, а также обилие замкнутых горизонталей. Ввиду небольших относительных высот холмов и глубин западин при изображении

этого рельефа. Широко применяются дополнительные и вспомогательные горизонталы.

Рассмотрим изображение холмисто-моренного рельефа на примере альпийского типа. Для данного типа характерны угловатый рисунок горизонталей с резкими поворотами и широкое применение специальных условных знаков. Корытообразные долины ледникового происхождения вырисовываются горизонталями, замыкающимися широкими плавными дугами. При изображении ледников и снежников следует сохранять соотношение площадей, занятых ими и свободных от них, и точно показывать концы ледниковых языков. Горизонталы, отображающие рельеф ледников и снежников, должны иметь плавный рисунок. Для повышения читаемости рельефа изображение скалистых склонов и осыпей, выполненное специальными условными знаками, дополняется горизонталями. Большое значение приобретает здесь также правильное размещение высотных отметок, которых должно быть особенно много в местах, наиболее трудно читаемых. Обязательно даются отметки урезов воды озер, концов ледниковых языков, высочайших пиков, значительных седловин, перевалов, днищ долин.

2.4. Цифровые планово-картографические материалы и рельеф на них

2.4.1 Отображение рельефа на топографических планах масштаба 1:2 000

Крупномасштабные карты наиболее подробно передают рельеф местности, но для достоверной передачи изображения необходимо учитывать несколько основных аспектов: для верного отображения склона, обрыва, а также рек и ручьев необходимо выполнить укладку горизонталей. Например, при отображении склона частота проведения горизонталей должна соответствовать крутизне склона, чем круче склон, тем ближе друг другу будут проходить горизонталы. При протекании рек и ручьев, необходимо укладывать горизонталы таким образом, чтобы точка экстремума горизонталей

совпадала с точкой пересечения тальвега водотока, визуально данный процесс будет выглядеть, как «затяжки» горизонталей по оси рек и ручьев.

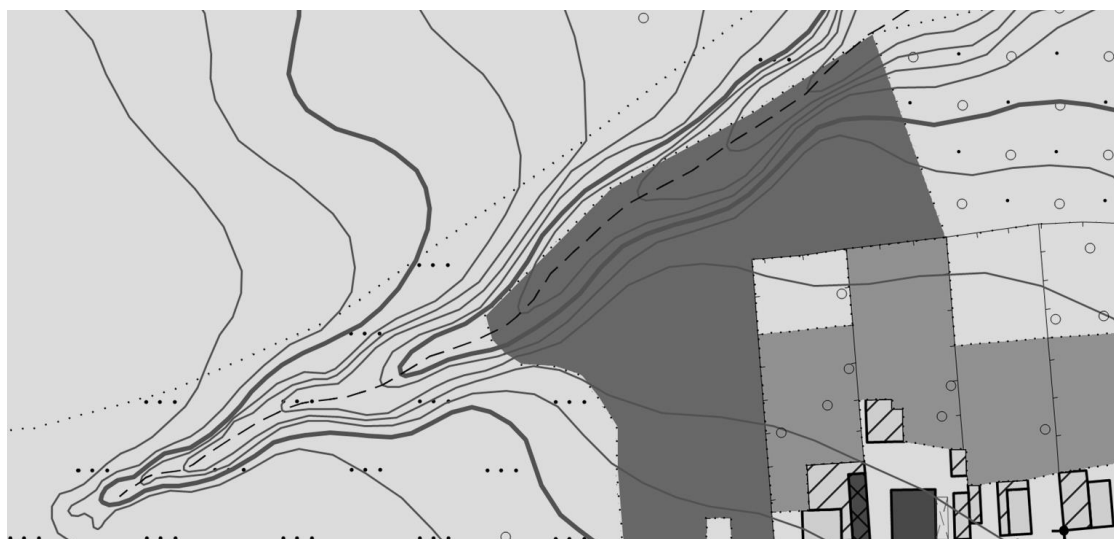


Рис.2 Фрагмент топографического плана М 1:2000, как пример увязывания горизонталей через ручей

Отображение рельефа обязательно увязывается с элементами гидрографии, а каким образом, зависит от типа объектов, например, если это реки и ручьи пересыхающие, то по их оси расставляются отметки, которые отображают их направление течения, если реки и ручьи постоянные, то оформляют через урезы воды. Озера и водохранилища являются водоемами, поэтому отметки урезов будут иметь одинаковые значения на всем их протяжении, горизонтали проходят вдоль данных объектов, не пересекая их. По правилам отображения данных объектов береговая линия и урезы воды устанавливаются по среднемуголетнему меженному уровню, но топографические планы составляют исключения в случаях, когда уровень воды не соответствует среднемуголетнему меженному уровню на момент съемки, тогда береговая линия и урезы воды наносятся по факту, с указанием даты съемки.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

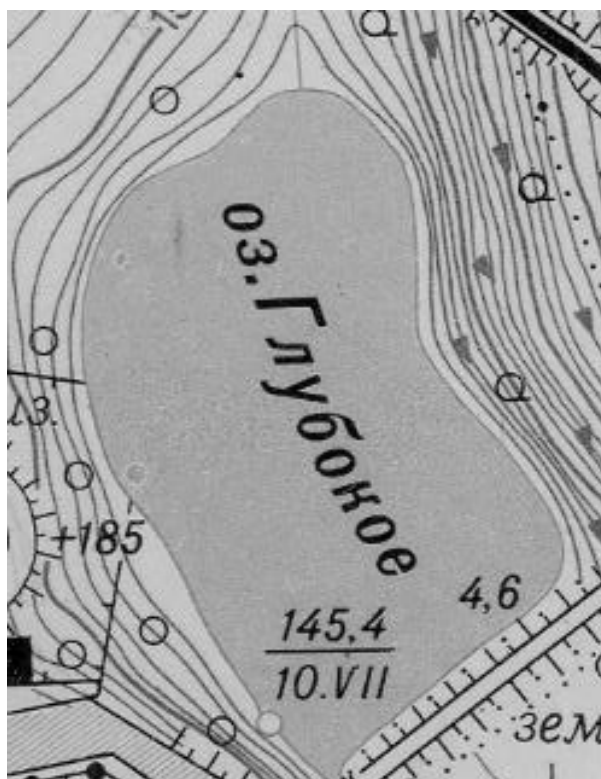


Рис.3 Фрагмент топографического плана М 1:5000 – пример увязывания горизонталей с объектом гидрографии

При создании рельефа на урбанизированных территориях особое внимание уделяется горизонталям под улицами и дорогами, они делятся на два вида: проектные и фактические горизонтали. Через элементы благоустройства такие, как детские и спортивные площадки, горизонтали обычно не проводятся, так как такие элементы благоустройства имеют незначительный уклон, либо проходит часть горизонтали.

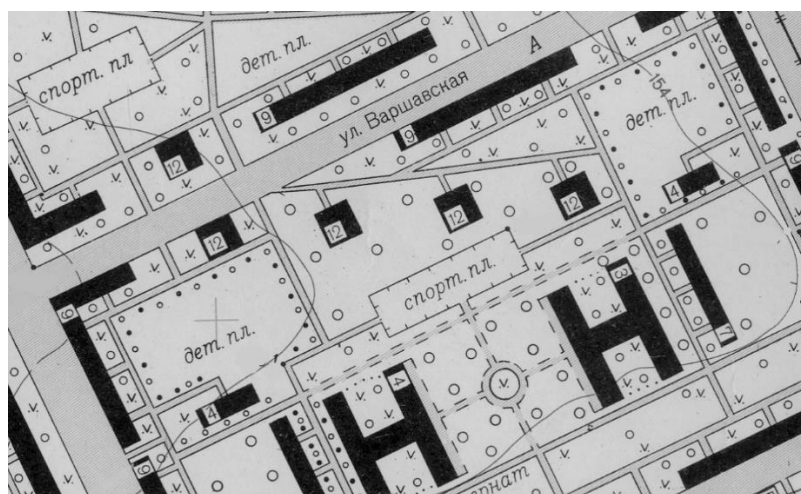


Рис.4 Фрагмент топографической карты М 1:5000. Пример проведения горизонталей через элементы благоустройства

Особенностью описания горизонталей при их прохождении по особым формам рельефа является их непрерывное проведение. Рассмотрим на примере техногенного рельефа, а именно горизонтали на линейных плотинах:

- береговая линия водоёма, которая на участке плотины проводится по оси плотины (дамбы), принимается как плоскость с абсолютной высотой равной подписному урезу или определенной методом «интерполяции».

- нижняя горизонталь проводится по концам штрихов условного знака плотины (дамбы) и описывается неотображаемым объектом.

- остальные горизонталы, выходящие на данные объекты, не доводятся до линии описания условного знака плотины (дамбы) на расстояние 0,2 мм, (см. рис.5). При этом верхняя горизонталь, выходящая на осевую линию плотины, связывается с ней узловой точкой.

Если начальные и конечные точки (точка) объекта «Плотина» совпадают с береговой линией водоема, то горизонталь узловой точкой с плотиной не связывается и не доводится до плотины на расстояние 0,2 мм.

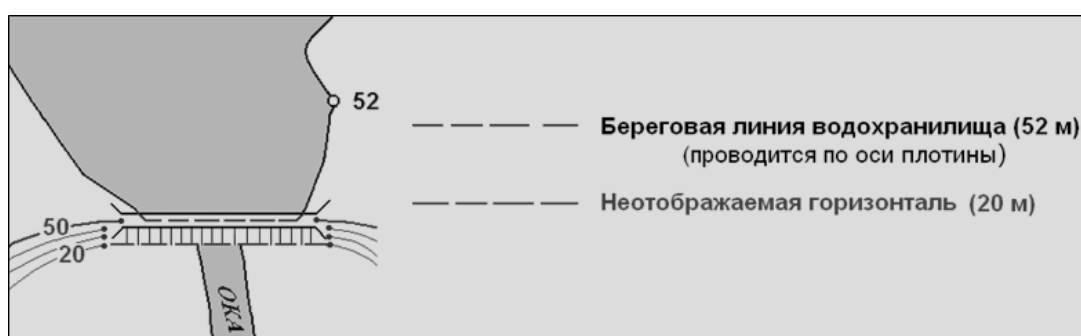


Рис.5 Особенности описания горизонталей при их прохождении по линейным плотинам

Горизонталы в местах их разрыва на ИКМ условными знаками «Терриконы, отвалы пород» с площадным характером локализации (см. рис.6) проводятся с учётом следующего:

- нижняя горизонталь проводится по подошве террикона (отвала) без разрыва;
- остальные горизонталы доводятся до внешнего контура объектов с формированием узловых точек;

- в случаях невозможности однозначного определения положения нижней горизонтали (в участках сложных комплексных объектов), горизонталь обрывается на внешнем контуре объекта с формированием узловой точки. [25]



Рис.6 Прохождение горизонталей через терриконы и отвалы

Таким образом необходимо отметить, что горизонталы проводятся по-разному, в зависимости от форм рельефа и объектов местности, например: на положительных формах рельефа, таких как отвал, особое внимание уделяется отображению подножия отвала, чтобы на плане можно было точно определить его границы, с отрицательными формами, наоборот, большее внимание уделяется верху обрыва или оврага, чтобы отследить его начало.

Также необходимо отметить важность проведения горизонталей через формы рельефа без разрывов и с образованием топологии, так как такое отображение имеет большое значение для верного программного построения матриц высот.

2.4.2 Отображение рельефа на топографических планах масштаба 1:25 000

Топографическая карта масштаба и 1:25 000 служит основой для составления топографических карт более мелких масштабов, тематических карт и других картографических документов. Карта данного масштаба необходима для изучения, использования и охраны природных ресурсов, для различных изысканий, проектирования инженерных сооружений и выполнения других работ по развитию народного хозяйства, а также для обеспечения обороны страны. Наряду с топографическими картами могут

создаваться фотокарты, на которых графическое изображение местности в условных знаках сочетается с ее аэрофотографическим изображением.

Топографическая карта масштаба 1:25 000 используется:

в сельском хозяйстве - при составлении схем районной планировки, землеустройстве колхозов и совхозов, при региональных противоэрозионных мероприятиях, почвенных и геоботанических обследованиях и съемках и т.п.;

- при мелиорации - для перспективного проектирования работ по осушению, орошению и обводнению местности;
- в геологической разведке - при проведении поисковых и поисково-разведочных работ и при геофизических исследованиях;
- при разработке нефтяных и газовых месторождений - для предварительного проектирования промыслов;
- в гидротехническом строительстве - при обосновании схем использования рек и каналов, проектировании участков под гидроузлы, водохранилища (с установлением их объемов и площади затопления), проектировании магистральных каналов и судоходных трасс и др.;
- в линейном строительстве - при изысканиях и проектировании железных и автомобильных дорог, выборе вариантов трасс трубопроводов, линий электропередачи и связи и т.п.;
- в лесном хозяйстве- при проектировании лесоустройства, организации лесхозов и леспромхозов, разработке предварительных проектов мелиорации и до.;
- в промышленном, городском, поселковом и сельском строительстве - при предварительной разработке проектов планировки и застройки населенных пунктов, при составлении оперативных схем городского хозяйства, разработке проектов планировки пригородных зон и др.

На топографической карте масштаба 1:25 000 в соответствии с «Основными положениями по созданию топографической карты указанного масштаба и действующими Условными знаками» должен быть нанесен рельеф местности, изображаемый горизонталями, высотными отметками характерных точек местности и условными знаками обрывов, оврагов, промоин, оползней, осыпей, даек, кратеров вулканов и грязевых вулканов, скал и скал-останцов, курганов, ям, карстовых и псевдокарстовых воронок, пещер, задернованных уступов, наледей, снежников, фирновых полей, ледниковых языков (с трещинами, моренами и др.).

Для изображения рельефа горизонталями на топографических картах применяются основные высоты сечения (в метрах), указанные в табл. 1

Таблица 3 Основные высоты сечения

Характеристика районов	Высота сечения рельефа (в метрах) для карты масштаба 1:25 000
Плоскоравнинные открытые	2,5
Плоскоравнинные лесистые в Азиатской части СССР севернее 56-й параллели	5
Равнинные пересеченные и всхолмленные с преобладающими углами наклона до 6°	5
Горные, предгорные и районы песчаных пустынь	5
Высокогорные	10

Основная высота сечения устанавливается в зависимости от характера рельефа картографируемой территории. Переход от одной высоты сечения рельефа к другой производится по рамкам листов карт, то есть в пределах одного листа карты основная высота сечения не меняется. Горизонтالي

нулевая и каждая десятая основная на картах масштаба 1:25 000, создаваемой на районы с высотой сечения 2,5 м, утолщаются. Дополнительные горизонталы (полугоризонталы) проводятся при высоте сечения рельефа, равной половине основной. [28]

Они применяются:

— для отображения характерных форм и деталей рельефа (перегибов склонов, вершин, седловин и т. п.), если они не выражаются основными горизонталями;

— для изображения рельефа равнинных участков, когда заложения между основными горизонталями очень велики (более 3—4 см на карте);

— для обеспечения сводки листов с различной высотой сечения по границам районов.

При этом на листе с большей основной высотой сечения проводятся полугоризонталы в пределах распространения форм рельефа, аналогичных изображенным на смежном листе. Дополнительные горизонталы, характеризующие перегибы склонов, могут обрываться только после того, как расстояния между дополнительной горизонталью и соседними основными горизонталями станут одинаковыми. При изображении дополнительными горизонталями вершин и седловин показываются одноименные ответные дополнительные горизонталы на противоположных склонах. Для изображения отдельных деталей рельефа (блюдца в степных районах, западин, отдельных бугров на плоскоравнинной местности), которые не передаются основными или дополнительными горизонталями, применяются вспомогательные горизонталы. Они проводятся на произвольной высоте, при которой лучше всего передается данная форма. Проведение ответных вспомогательных горизонталей на противоположных склонах не требуется.

При использовании картографических материалов, на которых горизонталы проведены при высоте сечения, отличающейся от принятой для составляемой карты, разрешается производить приравнивание горизонталей, если расхождения в их значениях не превышают четверти основной высоты

сечения. При больших расхождениях положение горизонталей на составляемой карте определяется интерполированием. Кроме того, если приравнивание значений горизонталей на картографическом материале и составляемой карте будет приводить в отдельных местах к искажению характера склонов, то положение горизонталей на таких участках уточняется также интерполированием.

Составление изображения рельефа производится, как правило, по отдельным его формам. При отработке изображения каждой формы прежде всего намечаются основные структурные линии — водоразделы, тальвеги, бровки, подошвы. Изображение форм рельефа горизонталями на составляемой карте передается по исходному картографическому материалу с необходимым обобщением; при этом исключаются второстепенные, небольшие по размерам детали и сохраняются более значительные и необходимые для наглядной передачи характерных особенностей рельефа местности. Рисунок горизонталей (остроугольный, округлый и т. д.) должен соответствовать характеру изображаемых форм рельефа. При изображении форм рельефа должна сохраняться согласованность горизонталей, показанная на основном картографическом материале, то есть каждому изгибу одной горизонтали, как правило, должен соответствовать изгиб соседней горизонтали, иногда несколько видоизмененной формы. Исключение составляют места выходов коренных пород, районы распространения карста, оползней и других нарушений поверхности, где горизонтали проводятся с пониженной точностью. Для сохранения согласованности горизонталей и лучшей передачи форм рельефа допускается смещение горизонталей относительно их положения на основном картографическом материале на величину, не превышающую четверти заложения. При этом не должны смещаться основные орографические линии и точки (водоразделы, тальвеги, вершины, седловины и др.). На замкнутых горизонталях, рисующих вершины и котловины, а также на прочих горизонталях в местах, где они расположены редко или где

затруднено определение направления склонов, ставятся указатели направления скатов (бергштрихи).

При изображении различных форм рельефа особое внимание обращается на правильную передачу характера склонов, их крутизны и формы профиля. Крутизна и форма профиля передаются на карте изменением величины заложения между горизонталями. В равнинной местности под влиянием плоскостного смыва склоны возвышенностей приобретают вогнутый характер; рисующие их горизонтали соответственно должны иметь небольшую «прогнутость» в сторону водораздела.

Овраги и промоины изображаются в одну линию при ширине до 5 м на картах масштабов 1:25 000, в две линии — при большей их ширине. Овраги, имеющие ширину в масштабе карты более 1 мм, показываются в две линии с зубчиками. Дно оврагов, имеющих ширину в масштабе карты 3 мм и более, изображается горизонталями. У изображений оврагов и промоин шириной 1 мм и менее даются подписи их ширины (по верху) и глубины (в метрах). При ширине оврагов более 1 мм подписывается только их глубина (высота обрыва). Задернованные уступы (бровки), не выражающиеся горизонталями, показываются специальным условным знаком при их длине в масштабе карты не менее 0,5 см. Через изображение уступов горизонтали проводятся без разрыва.

Обрывы показываются на картах масштаба 1:25 000 при их высоте 1 м и более; протяженность обрывов в масштабе карты при этом должна быть, как правило, не менее 3 мм. Обрывы меньшей высоты наносятся на карту как исключение, при большой их протяженности или в тех случаях, когда они являются единственными ориентирами. При обозначениях обрывов даются подписи их относительной высоты (в метрах). В случае большого количества обрывов менее значительные из них показываются без подписей их высот.

При изображении горного рельефа должны быть точно переданы направления и характер гребней хребтов, степень их изрезанности и профиль склонов, форма вершин, наличие асимметрии склонов, уступов (террас),

форма и строение (профиль) продольных и поперечных долин, распространение скал, ледников и фирновых полей. Горизонтالي, рисующие вершины на гребнях хребтов, должны проводиться даже в тех случаях, когда они образуют незначительные по размерам фигуры (1—2 мм²). Дополнительные горизонтали применяются как исключение (например, для показа вершин и седловин на широких гребнях хребтов). При изображении высокогорного (альпийского) рельефа на картах должны быть переданы характерные для него острые скалистые гребни с пикообразными вершинами, узкие долины и резкие перегибы склонов с типичным вогнутым их профилем, а также фирновые поля и ледники). Скалистые гребни и склоны хребтов, а также скалистые обрывы показываются штриховым рисунком скал, который должен передавать форму гребней и склонов. Если на основном картографическом материале формы скал не отображены, то необходимо использовать материалы фотосъемки. В местах, где позволяет заложение, по штриховому рисунку скал проводятся (тонкими линиями) горизонтали, соответствующие утолщенным. При ширине изображения скалистых участков менее 2 мм горизонтали не проводятся. Горизонтали, рисующие пологие участки подножий скал, где скапливаются материалы разрушения горных пород (изображаются условным знаком галечников) проводятся все.

Для дополнительной характеристики рельефа на картах подписываются с точностью до 0,1 м (как исключение до 1 м, если материалы не дают более точных данных) отметки высот характерных точек местности: вершин гор и холмов, высших точек водоразделов, перевалов, седловин, наиболее низких точек дна долин и оврагов, а также точек, являющихся ориентирами (на перекрестках дорог и просек, на резких изгибах контуров растительного покрова, у колодцев, источников, отдельно стоящих деревьев и т. п.).

Общее количество отметок высот, помещаемых на картах, зависит от характера местности и должно составлять от 4 до 10 на 1 дм² площади карты, включая отметки высот геодезических пунктов и урезов воды рек и озер. При изображении сильнопересеченной, холмистой, горной и высокогорной

местности подписывается 10— 15 отметок на 1 дм², а при изображении рельефа плоскоравнинной и равнинной местности — 8— 10 отметок на 1 дм²редацион. Подписи отметок высот точек, расположенных в местах перегиба гребня скалистых хребтов, даются через 2—3 см на карте. [28]

Отметки высот наиболее выдающихся точек местности (командных — имеющих наибольшую высоту и допускающих хороший обзор с них окружающей местности) выделяются более крупным шрифтом. Такие отметки в количестве 3—4 на лист отбираются из числа выделенных как командные на карте более крупного масштаба (остальные отметки высот, выделенные как командные на карте более крупного масштаба, обязательно показываются, но подписываются как обычные отметки высот). Если на картографическом материале командные высоты не выделены, то они выбираются на основании изучения местности по картографическим материалам.

На картах плоскоравнинной лесистой местности, где командных высот нет, более крупным шрифтом на листе карты выделяется одна отметка — с наибольшим значением высоты. На картах, создаваемых на пустынные, полупустынные и малообжитые районы, у отметок командных высот подписывается максимальная видимость с них.

Помимо отметок высот на картах помещаются подписи горизонталей. Они даются в таком количестве и размещаются в сочетании с отметками высот точек так, чтобы можно было легко и быстро определить высоту той или иной точки на любом участке листа карты. В среднем на 1 дм² карты дается 2—5 подписей горизонталей. При размещении подписей горизонталей верх цифр должен быть направлен в сторону увеличения высоты склона; склоны по возможности выбираются такие, чтобы подписи удобно было читать, не поворачивая карту.

2.5 Программное обеспечение: для создания рельефа, отображаемого на планово-картографических материалах

В настоящее время при создании и обновлении топографических планов

и карт широко используются достижения современной цифровой фотограмметрии и аэрофототопографии, развитие которых в значительной степени определяется прогрессом вычислительной техники, совершенствованием геодезического оборудования и соответствующего программного обеспечения, предназначенного для создания рельефа, отображаемого на планово-картографических материалах

Одним из наиболее достоверных и надежных инструментов создания ЦМР фотограмметрическим способом являются цифровые фотограмметрические системы (ЦФС). В конце 80-х гг. XX в. они пришли на смену аналоговым и аналитическим фотограмметрическим приборам. ЦФС представляют собой набор специальных аппаратных средств для обработки данных ДЗЗ. Программный комплекс фотограмметрической системы позволяет работать в стереорежиме с использованием специальных инструментов: 3D-мониторов, затворных, поляризационных, анаглифических очков. [17]. В настоящее время рынок фотограмметрического программного обеспечения насыщен цифровыми фотограмметрическими системами: PHOTOMOD, Trimble INPHO, IMAGINE Photogrammetry, PCI Geomatica, Summit Evolution и др. одной из первых на мировом рынке ЦФС для персональных компьютеров стала программа PHOTOMOD, разработанная компанией «РАКУРС» в 1993 г., ЦФС PHOTOMOD используется в настоящее время более чем в 80 странах мира коммерческими организациями, академическими структурами, органами исполнительной власти. PHOTOMOD — самая распространенная ЦФС в России и странах СНГ; базовая ЦФС государственной корпорации по космической деятельности (Роскосмос), Министерства обороны, федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр), федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоз).

PHOTOMOD — полнофункциональная, профессиональная фотограмметрическая система с широким спектром возможностей и оригинальным графическим интерфейсом. Замкнутый технологический цикл

программы — от аэротриангуляции и стереовекторизации до создания цифровых моделей рельефа, ортофотопланов, 3D-моделей и топографической основы карт позволяет в автоматическом и полуавтоматическом режимах обрабатывать материалы ДЗЗ, полученные с большинства известных сенсоров из космоса и в ходе классической аэросъемки и съемки с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

PHOTOMOD имеет гибкую модульную структуру, обеспечивающую оптимальное соответствие конфигурации задачам пользователя. Режим распределенной обработки позволяет задействовать неограниченное количество компьютеров для ускорения фотограмметрических процессов. Программа успешно прошла испытания в облачных хранилищах данных с использованием высокопроизводительных вычислительных ресурсов и на сегодняшний день доступна для работы в облачных сервисах. Новые и адаптированные разработчиками компании «РАКУРС» алгоритмы поиска связующих точек, построения плотных ЦМП (цифровая модель поверхности), облаков точек и истинных ортофотопланов значительно повышают производительность фотограмметрической обработки данных ДЗЗ и качество создаваемых продуктов, а автоматизированное создание ЦМР позволяет существенно расширить возможности использования ЦФС в географических исследованиях. В связи с развитием науки и техники фотограмметрический способ создания ЦМР на протяжении всего времени своего существования претерпевал изменения. В основном эти изменения касались аппаратной части фотограмметрических приборов и данных, используемых в обработке. С увеличением пространственного разрешения данные космической съемки по своей точности стали приближаться к материалам аэросъемки, существенно снизив при этом расходы на получение данных с 1 км² местности. На смену аналоговым и аналитическим приборам пришли цифровые фотограмметрические системы, однако базовые принципы фотограмметрии со временем не изменились.

Одним из картографических программных комплексов зарекомендовал

себя программный комплекс «Нева». Он предназначен для создания и обработки электронных (цифровых) карт, их отображения и редактирования во внутреннем векторном формате DM. Программа функционирует в составе программного комплекса и является управляющей для остальных модулей системы (приложений). Программа выполняет значительную часть сервисных функций и математической обработки ЦКИ (цифровая картографическая информация), а также обеспечивает работу вспомогательных программных модулей и процедур динамических библиотек.

В состав программного комплекса входит головной программный модуль DMW, редактор классификатора OBJ.EXE, редактор условных знаков VGM.EXE, редактор бланков ввода семантики ID.EXE, файлы динамически подключаемых библиотек (.DLL) – программы решения различных прикладных задач. Все программы выполнены в виде отдельных исполняемых модулей и разработаны независимо друг от друга. Обмен информацией между модулями осуществляется через совместно используемые файлы. При необходимости, модули, работающие с классификатором, могут быть вызваны из картографического редактора. [29]

Рассмотрим несколько программных комплексов, которые не отстают от вышеизложенных:

Инструментальная геоинформационная система ГИС ИнГео версии 4 представляет собой комплекс программных продуктов, позволяющий формировать векторные топографические планы, с корректной топологической структурой, по результатам инвентаризации земель, топографическим планам населенных пунктов, генеральным планам предприятий, схемам инженерных сетей и коммуникаций, и т.п.

Открытая архитектура ГИС ИнГео позволяет расширять ее функциональные возможности для конкретного заказчика, разрабатывать информационные системы, с использованием геоинформационных технологий, подключать компоненты ИнГео к уже существующим системам, организовывать доступ к картографическим данным через сеть Интернет.

В состав ИнГео входят:

- Сервер данных ИнГео - предоставляет доступ к пространственным данным в многопользовательском режиме.
- ГИС ИнГео - многофункциональная инструментальная ГИС общего назначения.
- ИнГео MapX - управляющий элемент ОСХ. Обладает всеми возможностями ГИС ИнГео, позволяет внедрять рабочее окно ГИС ИнГео в интерфейс пользователя разрабатываемых информационных систем, значительно повышает возможности интеграции геоинформационных компонент с комплексными информационными системами.
- ИнГео MapW - Web сервер ИнГео, позволяющий обрабатывать геоинформационные запросы в сети Интернет.

Следующий программный комплекс «Панорама», с данным комплексом мы встречались в профессиональной деятельности, поэтому можем более подробно его описать.

Геоинформационная система «Панорама» (ГИС «Панорама х64») – это универсальная геоинформационная система, предназначенная для сбора пространственных данных, ведения базы пространственных данных, создания и обновления цифровых карт и планов, создания информационных систем различного назначения.

ГИС Панорама является клиентом сетевой системы обработки пространственных данных. Серверами пространственных данных являются ГИС Сервер, web-сервисы публикации пространственных данных (GIS Webservice) и мониторинга баз данных (PostgreSQL, MS SQL Server, Oracle Spatial), работающие по протоколам OGC. В состав ГИС Панорама входят профессиональные средства создания и обновления цифровых топографических карт и планов городов, обработки данных ДЗЗ, тематического картографирования и анализа, подготовки карт к изданию, генерализации карт для создания карт более мелких масштабов, построения 3D-моделей, комплекс 3D-анализа, комплекс геодезических и

землеустроительных задач, комплекс геологических задач, навигационные и многие другие задачи.

База данных цифровых векторных карт имеет иерархическую структуру. На нижнем уровне хранится информация об отдельных объектах карты. Объекты могут объединяться в группы, слои и листы карт. Совокупность листов карт одного масштаба и вида составляет район работ – отдельную базу данных цифровых карт. Описание отдельного объекта состоит из метрических данных (координат на местности) и семантических данных (свойств объекта), включая уникальный идентификатор объекта, через который осуществляется логическая связь с внешними базами данных. Объем отдельной базы данных цифровых векторных карт может составлять несколько терабайт (Тбайт). Обновление базы выполняется в режиме выполнения транзакций, что обеспечивает возможность восстановления при сбоях и откат на любое число шагов назад. Система управления поддерживает высокопроизводительный алгоритм индексации данных, что обеспечивает максимальную скорость поиска и отображения объектов карты на стандартных технических средствах.

Интерфейс управления цифровыми картами позволяет запрашивать и изменять описание отдельных объектов или их совокупности, выбранной по заданному критерию, отображать карты с изменением масштаба, состава отображаемых данных и формы представления. Система является открытой для пользователей – поддерживаются различные форматы обмена, обеспечивается настройка классификаторов карт, библиотек условных знаков, поддерживаются различные системы координат и проекции карт, многие программы представлены в исходных текстах в комплекте SDK. [30]

Вышеперечисленное программное обеспечение играет не малую роль при решении задач кадастра недвижимости, так как именно при помощи программных комплексов появится возможность передать рельеф местности, а также отобразить объекты местности и их характеристики в трехмерном цифровом представлении, что обеспечит надежность хранения данных, возможность их обновления, а также удобный интерфейс.

3. ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЛЬЕФА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ. ОТОБРАЖЕНИЕ СПЛАНИРОВАННОГО РЕЛЬЕФА НА ПЛАНОВО-КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ.

3.1 Задачи кадастра недвижимости

Государственный кадастр недвижимости (ГКН) является неотъемлемой частью ЕГРН - это база данных, в которой собрана информация об объектах недвижимости и земельных участках, зарегистрированных на территории РФ. В кадастр недвижимости вносятся следующие основные сведения об объекте недвижимости:

1) вид объекта недвижимости (земельный участок, здание, сооружение, помещение, машино-место, объект незавершенного строительства, единый недвижимый комплекс, предприятие как имущественный комплекс или иной вид);

2) кадастровый номер объекта недвижимости и дата его присвоения;

3) описание местоположения объекта недвижимости;

4) кадастровые номера помещений, машино-мест, расположенных в здании или сооружении, если объектом недвижимости является здание или сооружение;

5) площадь, если объектом недвижимости является земельный участок, здание, помещение или машино-место;

6) основная характеристика объекта недвижимости (протяженность, глубина, глубина залегания, площадь, объем, высота, площадь застройки) и ее значение, если объектом недвижимости является сооружение; [31]

Задачами государственного кадастра недвижимости является сбор сведений о природном, хозяйственном и правовом положении земель Российской Федерации, местоположении и размерах земельных участков, об их качественных характеристиках, о владельцах земельных участков в правовом режиме землепользования, об оценке земельных участков, иных

необходимых и достоверных сведениях о земле. Предусматривается, что сведения государственного кадастра обязательно применяют при планировании использования и охраны земель, при подборе оптимальных вариантов участков для их предоставления и изъятия, при совершении сделок с землей, определение размеров платежей за землю, проведение землеустройства.

Все вышеперечисленные сведения, безусловно, должны храниться не только в текстовых документах, но и на планово-картографических материалах. В настоящее время уже имеются кадастровые карты, которые представляют собой составленные на картографической основе тематические карты, на которых в графической форме и текстовой форме воспроизводятся сведения, содержащиеся в Едином государственном реестре недвижимости:

1) публичные кадастровые карты - кадастровые карты, предназначенные для использования неограниченным кругом лиц;

2) дежурные кадастровые карты - кадастровые карты, предназначенные исключительно для использования органом регистрации прав при ведении Единого государственного реестра недвижимости. [32]

Такие карты содержат ряд сведений, как тип, вид объекта, его кадастровый номер, площадь участка, его стоимость и так далее, но при этом не используется рельеф местности, отображенный на картографической основе кадастра.

3.2 Роль рельефа при решении задач кадастра недвижимости

Рельеф играет значительную роль при решении задач кадастра недвижимости, но к сожалению, в настоящее время в РФ, необходимость его показа лишь приобретает смысл.

Ландшафт России имеет огромное разнообразие, для рельефа характерны неоднородность и контрастность: высокие горные хребты соседствуют с обширными равнинами и низменностями. Инфраструктура городов России растет и вместе с ней расширяются территории под

строительство. В настоящее время возводятся здания и сооружения не только на равнинных участках земной поверхности, но и в горных районах. При этом важной проблемой является возможное пересечение границ земельных участков в проекции на карту, вызванное физическим рельефом. В Крыму известны случаи, когда при постановке на кадастровый учет жители сталкивались с проблемой пересечения земельного участка с проезжей частью или мостом, такие проблемы возникают в связи с тем, что не учитывают, как сам рельеф, так и уровень расположения данных объектов на нём. Существует в настоящее время проблема расчета площади земельных участков, так как при вычислении значения площади используются лишь двухмерные прямоугольные координаты, которые не способны передать рельеф местности, что непосредственно влияет на реальную площадь участка, а затем на его стоимость и сумму налога на земельный участок. Так же при продаже земельных участков, в их стоимости не учитываются затраты на инженерную подготовку рельефа и технические работы на нем.

Предлагается начать внедрение третьего измерения с учета рельефа в кадастровые системы.

Учет отдельных характерных форм рельефа поможет избежать земельных споров, а трехмерное представление земельных участков в будущем поспособствует выявлению незаконного захвата территории. Появится возможность решить проблемы постановки на кадастровый учет сложных объектов недвижимости, когда крыша одного дома примыкает к подножию другого дома, или случаи, когда тротуары проходят сквозь нежилую часть дома, см. рисунок 7.



Рис.7 Прохождение тротуара сквозь нежилую часть строения

Так же при помощи трехмерного представления данных, станет возможным отражение подземных коммуникаций в объеме, с учетом глубины заложения и их характеристиками.

Большим преимуществом трехмерных карт является их информативность, поскольку при помощи таких карт появится возможность просмотреть не только кадастровые данные, а также материал строения, коммуникации, подходящие к нему, станет возможным рассмотреть выбранный земельный участок со всех сторон.

Важной составляющей трехмерных карт, безусловно, является рельеф местности, поскольку без его отображения все вышеперечисленное теряет смысл. Отображение рельефа весьма сложный процесс, который

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

предусматривает правильное и достаточно точное изображение форм рельефа местности, проведение горизонталей на урбанизированных территориях и через объекты благоустройства, а также проектный рельеф.

Следует отметить, что рельеф играет значительную роль не только в кадастре недвижимости и при отображении на трехмерных картах, но и в градостроительной деятельности.

3.3 Использование рельефа в градостроительной деятельности

При использовании рельефа в градостроительстве следует одновременно учитывать функциональные, структурные и композиционные требования. Для конкретизации роли рельефа в градостроительстве принимается таксономическая система в виде пяти типологических единиц:

- 1) тип ландшафта – классификация по климатическим характеристикам;
- 2) подтип – учет растительной зональности (в пределах типа);
- 3) класс ландшафта – классификация по рельефу (гипсометрия высот);
- 4) подкласс – по характеру рельефа более низкого ранга местности (для равнинных ландшафтов – это низменные и возвышенные ландшафты; для горных – это низко-, средне- и высокогорные ландшафты);
- 5) вид ландшафта – тоже по рельефу, но с детализацией по генезису, структуре и морфологии. [33]

Наиболее важными для градостроительства являются подкласс и вид ландшафта, в которых рельефу отводится главная роль. Ведущая роль рельефа определяется его стабильностью по сравнению с другими ландшафтными компонентами, способностью влиять на микроклимат территории, сохранять свои очертания, цвет, форму в течении длительного времени, а также возможностью включать в свой «каркас» комбинации объектов гидрографии и растительности.

Существуют два основных направления градостроительного проектирования:

- планировка;
- застройка, в каждом из которых составным компонентом является ландшафт, включая рельеф.

Планировкой территории называется комплекс непосредственных мероприятий по созданию ее пространственного каркаса, а также согласно документам территориального планирования (как вышестоящей документации), а также ПЗП «заполнение» этого каркаса.

Касаемо документального уровня. Видами документации по планировке территории являются проект планировки территории и проект межевания территории.

Классически сначала выполняется планировка как общее рамочное техническое мероприятия, а межевание является ее реализацией. Подготовка проекта межевания территории без проекта планировки допускается в случае, если это территория, в границах которой не предусматривается деятельность по комплексному и устойчивому развитию территории, а также не планируется размещения линейных объектов.

В остальных случаях проект планировки является основой при подготовке проекта межевания. Проект проходят общественные слушания.

Подготовка проекта планировки территории осуществляется для выделения элементов планировочной структуры, установления границ территории общего пользования (в начале занятия пояснен механизм их установления), границ зон планируемого размещения объектов, зон различных размещаемых объектов капитального строительства, в т.ч. «предписанных» к размещению вышестоящими документами (например, Схема территориального планирования РФ, которая предусмотрела расположение в населенном пункте санатория федерального значения, допустим военных), определения очередности планируемого строительства и его характеристик.

Планировка является одним из направлений градостроительной деятельности. Планировка территории осуществляется в целях детальной проработки градостроительных решений применительно к территории

конкретных планировочных элементов (кварталов, микрорайонов и т.д.). Планировка территории должна осуществляться на основе документов территориального планирования, а также правил землепользования и застройки. Основная часть проекта планировки территории включает в себя чертеж или чертежи планировки территории, на которых отображаются:

- а) красные линии;
- б) границы существующих и планируемых элементов планировочной структуры;
- в) границы зон планируемого размещения объектов капитального строительства. [34]

Подготовка проектов планировки территории осуществляется для выделения элементов планировочной структуры, установления границ территорий общего пользования, границ зон планируемого размещения объектов капитального строительства, определения характеристик и очередности планируемого развития территории. Планировка территории осуществляется путем подготовки документации по планировке территории. [35]

Второе направление градостроительного проектирования (застройка) включает три вида проектов и охватывает такие вопросы ландшафтной организации как вертикальная планировка, инженерная подготовка, благоустройство, озеленение.

Оба направления градостроительного проектирования содержат вопросы ландшафта, но отсутствует единый метод, обеспечивающий сквозную преемственность анализа ландшафта и его главного элемента – рельефа. Соглашаясь с выводом о том, что формы рельефа, его контрастность, другие физические характеристики влияют как на остальные ландшафтные компоненты, так и на композицию, художественное и эстетическое решение пространства, можно сделать вывод, что рельеф становится основой и градостроительного решения тоже.

Роль рельефа в решении функциональных задач – выбор места, организация зон на всех стадиях градостроительного планирования и застройки изучена хорошо. Это, во-первых, устойчивость территории, то есть отсутствие оползней, селей, а также использование нарушенных территорий – карьеров, шахтных полей для парков. Во-вторых, решение санитарно-гигиенических задач: от форм рельефа зависит распределение тепла, осадков, ветровой режим, почвенные и гидрологические условия, возможность снижения шума, пыли, загазованности территории. В-третьих, рельеф совместно с другими элементами ландшафта влияет на решение социальных вопросов (в культурно- бытовой, рекреационной сфере). Для решения функциональных задач в рамках ландшафтного проектирования достаточно использовать средства благоустройства.

Роль рельефа в структурном преобразовании территории проявляется в двух аспектах – функциональном и структурном. На форму поселения, на расчлененность планировочной структуры, на характер улично-дорожной схемы влияет структура рельефа, его вертикальная и горизонтальная расчлененность.

Роль рельефа в композиции объектов градостроительства заключается в использовании ритмических, масштабных закономерностей природного пространства. Созданию индивидуального облика исторических городов в первую очередь способствовала связь архитектурно-пространственной композиции с элементами природного пространства – различными формами речных долин и рельефа. На стадиях проектирования застройки композиционное значение рельефа возрастает. Так, если на функциональном уровне организации объектов ландшафтной архитектуры сопряжение элементов территорий (лестницы, пандусы, подпорные стенки), а также террасирование рельефа подчиняется требованиям вертикальной планировки, то на композиционном уровне широко используется геопластика – художественное осмысление форм рельефа. Это и есть уровень ландшафтно-пространственной композиции.

Перечисленные три основные характеристики рельефа (функциональная, структурная, композиционная) с разной тщательностью учитываются в реальном проектировании. Если для функциональной организации отработаны критерии и нормативы, то при решении структурно-планировочных вопросов пока учитывают лишь функционально-технологические требования, а композиция в градостроительстве опирается на интуитивный творческий подход. [36]

В теоретическом плане суть учета структурных и композиционных свойств рельефа носит параметрический характер, то есть путем сопоставления физических характеристик форм рельефа и градостроительных единиц (функциональных, структурных, транспортных и пр.). Вариантом такого параметризма является метод моделирования, в котором предложено постепенное, покомпонентное использование пространственных свойств: учет ориентации форм рельефа – в планировочных осях; учет размерного компонента модуля рельефа в иерархии планировочных единиц; учет ритмических, масштабных, акцентных компонентов природного модуля в создании индивидуального облика города.

За прошедшие десятилетия в градостроительное проектирование внедрены алгоритмы решения технических и социальных аспектов, такие как транспортные, инженерные расчеты, функциональное зонирование территории, имеется опыт расчета сети предприятий торговли. Это также и использование ГИС-технологий в составлении картографической основы, расчета проекта вертикальной планировки и выполнении проекта генерального плана. Но использование структурных и композиционных свойств природного ландшафта, к сожалению, учитывается лишь интуитивно, а иногда вообще не учитывается.

3.4 Проектный рельеф и его роль на планово-картографических материалах

Проектный рельеф территории застройки создают с учетом технических требований, которые гарантируют нормальную эксплуатацию территории, зданий и элементов благоустройства – проездов, тротуаров, площадок различного назначения и зеленых насаждений. Одна из основных задач организации рельефа – обеспечить функциональные требования, включая удобство, а также безопасность движения транспорта, пешеходов и отвод поверхностного дождевого и талого стока.

Оценка существующего рельефа местности дается на основании анализа вертикальной планировки. Вертикальная планировка (ВП) — один из основных элементов инженерной подготовки территорий населенных мест — представляет собой процесс искусственного изменения естественного рельефа для приспособления его к требованиям градостроительства. [36]

Задача вертикальной планировки заключается в придании проектируемой поверхности уклонов, обеспечивающих следующие цели:

- отвод дождевых, талых и прочих поверхностных вод по открытым лоткам в водосточную сеть и далее через очистные сооружения в естественные водоемы;
- благоприятные и безопасные условия движения транспорта и пешеходов;
- подготовку осваиваемой территории для застройки, прокладки подземных сетей и благоустройства;
- организацию рельефа при наличии неблагоприятных физико-геологических процессов на местности (затопление территории, подтопление ее грунтовыми водами, оврагообразование и т.д.);
- придание рельефу наибольшей архитектурно-композиционной выразительности.

Важным условием проектирования вертикальной планировки является достижение наименьшего объема земляных работ и возможного баланса

перемещаемых масс грунта, то есть равенство объемов насыпей и выемок для сокращения транспортных расходов на доставку или вывоз грунта. При разработке проектов вертикальной планировки надо стремиться к максимально возможному сохранению сложившегося природного рельефа местности, существующих зеленых насаждений и растительного почвенного покрова.

Процесс вертикальной планировки подразделяется на два этапа. Первый этап заключается в изучении естественного рельефа местности и предварительной привязки общей схемы положения городской застройки к рельефу с проработкой отдельных наиболее сложных мест. Задачей этого этапа является выявление не только простых и сложных, но главное – самых целесообразных решений в формировании общей системы магистральных улиц и площадей, жилых улиц, проездов и других элементов микрорайона города. На втором этапе разработки вертикальной планировки представляется возможным полноценно учесть особенности рельефа городской территории, наметить высотное положение основных элементов микрорайона, выявить наиболее интересные варианты архитектурно-планировочной структуры городского жилого района или его отдельных частей. Но и на этом этапе не надо стремиться к получению детальных проектных материалов, которые будут и должны дополняться и изменяться. На этой стадии достаточно иметь лишь проектные архитектурные наброски по вертикальной планировке, позволяющие решать вопросы общей планировки застраиваемой территории. Второй этап работы завершается разработкой окончательной проектной схемы вертикальной планировки по осям трассирования уличной сети и транспортных развязок.

Существует три метода проектирования вертикальной планировки: метод отметок, метод горизонталей, метод профилей.

- 1) Метод отметок – метод проектирования ВП с изображением проектного рельефа в виде высотных отметок.

Метод проектных (красных) отметок применяется на предварительных этапах проектирования, когда определяют принципиальное высотное решение уличной сети, а также при детальной вертикальной планировке. Этот метод дает возможность определить превышения, уклон, высотное положение проектируемого рельефа. Практически метод проектных отметок используется при проектировании схем вертикальной планировки в проектно-планировочных работах по генеральному плану города или по проекту детальной планировки и застройки относительно небольшого по площади района города. [36]

Сущность метода заключается в отображении существующего рельефа территории в горизонталях, в характерных точках – в проектных (красных) отметках. Точность подсчета земляных работ зависит от метода их проектирования и линейных размеров самого объекта.

При методе проектных отметок можно достичь лишь ориентировочный объем, который допустим при разработке схемы вертикальной планировки и составления сметно-финансового расчета.

Проектирование схемы вертикальной планировки по методу проектных отметок производится в следующей последовательности:

- тщательно изучается рельеф местности, а затем выбирается точка на оси пересечения улиц (как правило, с наиболее высокой отметкой);
- определяется превышение данной точки над отметкой ближайшего перекрёстка и продольный уклон.

Если полученный продольный уклон соответствует допустимым значениям, то он округляется до тысячных долей и принимается в качестве проектной величины. Проектные отметки и намечаемые уклоны на участках между ними визуализируют планируемую территорию и определяют организацию сбора и удаления поверхностного стока дождевых и талых вод.

2) Метод горизонталей – метод проектирования ВП с изображением проектного рельефа в виде проектных (красных) горизонталей.

Метод проектных (красных) горизонталей применяется при разработке детальных проектов вертикальной планировки улиц, площадей, территорий микрорайонов, промышленных площадок, зеленых массивов и т.д. Новый рельеф, показанный в проектных горизонталях, легко «читается» при работе с проектом вертикальной планировки: отметку любой точки на плане просто найти методом интерполяции между соседними проектными горизонталями. Особенно удобно таким методом изображать микрорельеф территории с часто меняющимися уклонами.

Сущность метода проектных (красных) горизонталей заключается в том, что на план с геодезической основы, где показан существующий рельеф и нанесены все проектные решения в плане – здания, сооружения и т. п., наносят горизонтали, изображающие проектный рельеф в виде прямых параллельных линий.

Данный метод позволяет изобразить вертикальную планировку в проектных (красных) горизонталях, охватить всю площадь видоизмененного рельефа, отобразить в плане пластику рельефа на всей проектируемой территории, определить проектную отметку в любой точке плоскости рельефа методом интерполяции, а также рабочие отметки, и, следовательно, участки срезки и подсыпки грунта.

Проектные горизонтали, основанные на аналитических расчетных методах, дают наглядное и четкое представление о проектном рельефе планируемой поверхности. Для того чтобы рельеф «читался» при работе с планом нужно соблюдать оптимальную густоту проектных горизонталей: они не должны быть крайне редкими при плоском рельефе и излишне густыми при крутом. Это обеспечивается определенным подбором соответствующего сечения рельефа горизонталями в зависимости от крутизны рельефа и масштаба плана. Проектные (красные) горизонтали отображают проектируемую поверхность территории, проектируются сечениями через 0,1 - 0,2 м (при масштабах градостроительных документов 1:1000 и 1:1500) и 0,5 м (при предельно допустимых максимальных уклонах). [36]

Так как сечение рельефа горизонталями в пределах чертежа постоянно, расстояние между ними характеризует величину уклона. Основные свойства горизонталей состоят в том, что:

- все точки, лежащие на одной горизонтали, имеют одинаковую и равную значению горизонтали отметку;
- признаком постоянства значения уклона являются расстояния между горизонталями;
- угол, образованный горизонталью, направленный вершиной в сторону более низких отметок, обозначает гребень, а в сторону более высоких – пониженное место, лоток;
- разрывы горизонталей у планировочных элементов, пересечения разноименных горизонталей показывают на вертикальную стенку, высота которой равна разности отметок пересекающихся горизонталей;
- поверхностные воды с планируемой площадки стекают по линии наибольшего ската, т.е. в направлении, перпендикулярном горизонталям;

В отличие от горизонталей топографического плана, отображающих поверхность, сглаженную под воздействием природных факторов и хозяйственной деятельности человека, и поэтому имеющих криволинейное очертание, проектные горизонтали, характеризующие искусственно создаваемую поверхность из нескольких сопрягаемых плоскостей, обычно имеют прямолинейный характер.

Существенным недостатком метода проектных горизонталей является сложность определения объема земляных работ и невозможность даже ориентировочной его оценки по ходу проектирования рельефа.

3) Метод профилей – метод проектирования ВП с изображением проектного рельефа в виде профилей.

Метод проектных профилей является следующим этапом проектирования рельефа после схемы вертикальной планировки. Он заключается в проведении последовательных операций: разбивке сетки профилей на плане проектируемой территории, составлении профилей по

обоим направлениям сетки, проектирование профилей в их взаимной увязке в местах пересечения, подсчете объема земляных работ (выемок и насыпей). Чем больше построено профилей, тем более детально показывается проектируемый рельеф.

Фактически в этом методе проектируется не поверхность земли, а отдельные её вертикальные сечения по направлению профиля. Таким приемом достигается лучшая визуализация рельефа в естественном его виде, конкретно оцениваются существующие, проектные и рабочие отметки точек, лежащих на линии профиля, уклоны поверхности между ними. Только за счет взаимной увязки профилей, имеющих общие точки в местах их пересечений, создается каркас планируемой поверхности

Одновременно предполагается, что в пределах элементарных площадок – пространств, оконтуренных соседними профилями, сохраняются те же закономерности изменения проектных отметок точек, которые отражены на ближайших к нам профилях. (Приложение 4)

Наиболее точно можно определить отметки точек, расположенных ближе к углам площадок, оконтуренных линиями профилей, и большая неопределенность планируемой поверхности свойственна срединной зоне площадок. Этим определяется целесообразная область применения данного метода: изображение планируемой поверхности особенно удобно при относительном постоянстве уклонов площадок, которые образуются сеткой профилей. В наибольшей степени этим требованиям отвечают площадки небольшой ширины и значительной протяженности. Чем меньше створ проектируемой поверхности, тем больше вероятность постоянства продольных и поперечных уклонов в пределах пространства между соседними поперечными профилями. Как следствие из этого – достаточная точность в определении отметок тех точек, которые не попадают в сечение.

Метод профилей достаточно трудоемок, так как проектируется одновременно большое количество профилей значительной протяженности. Особую сложность вызывает увязка проектных отметок в точках пересечения

профилей. Ошибки в несогласованности уклонов по соседним профилям, отступления от намечаемых или заданных форм поверхности всегда трудно исправимы и требуют пересчета многих профилей. Частным случаем вертикальной планировки методом профилей является проектирование городских улиц и дорог, трамвайных путей. Здесь метод является наиболее удобным и наглядным.

Исходным материалом для составления проектов вертикальной планировки являются топографические и цифровые карты, планы и цифровые модели местности. Их используют для изучения и оценки характера наиболее существенных особенностей местности: выявления заболоченных участков, площади водостоков рек и озер, районов, затопляемых паводковыми водами, наличия карстовых образований, ширины и глубины крупных оврагов и др.

Более детальная разработка всех мероприятий осуществляется по топографическим планам. Топографические планы масштабов 1:5000–1:1000 с горизонталями через 1 м используют обычно для решения основных вопросов проектирования уличной сети города и составления генерального плана планировки. Для составления технического проекта планировки городских улиц, дорог и площадей необходимы топографические масштабов 1:2000–1:5000 с горизонталями через 0,5–1,0 м, а для составления рабочих чертежей – топографические планы масштабов 1:200–1:500 с горизонталями через 0,25–0,5 м. [37]

Утвержденная схема организации рельефа является обязательной для всех ведомств и учреждений, выполняющих застройку и освоение городской территории. Организация рельефа обеспечивает:

- высотное решение площадей улиц, проездов;
- размещение зданий, сооружений и подземных коммуникаций;
- возможность стока ливневых вод и канализации.

Отображение рельефа играет важную роль, так как он в значительной мере определяет характер всех остальных элементов содержания карт и планов. Кроме того, рельеф влияет на водный режим, на распределение

растительности и на пространственное размещение большинства объектов местности. План организации рельефа призван решить задачи по преобразованию рельефа городской территории для приспособления его к застройке, благоустройству и инженерно-транспортным нуждам.

3.5 Проблемы внедрения трехмерного кадастра

Как любое нововведение, трехмерный кадастр может столкнуться с множеством решаемых проблем, однако для принятия верных решений необходимо проанализировать сложности внедрения данной технологии.

Первое, это значительная стоимость и высокая трудоёмкость в освоении цифровых технологических комплексов необходимых для построения трехмерной модели местности, а также разработка модели получения, хранения и предоставления трехмерной кадастровой информации. Для работы с данным программным обеспечением необходимы дополнительные знания, в настоящее время с цифровыми картами работают лишь узкие специалисты, следовательно, возникает проблема, связанная с необходимостью повышения квалификации работников органов кадастрового учета.

Наиболее важной, в случае поступательного внедрения трехмерного кадастра, станет проблема межведомственного взаимодействия, так как при введении трехмерного кадастра, система ЕГРН окажется развивающейся опережающими темпами, в сравнении с прочими системами. Так необходимым условием является принятие общего формата хранения данных, упрощающих обмен ими между ведомственными организациями. Возможно впоследствии другие системы будут вынуждены его принять. Так же на государственном уровне необходимо обеспечение доступности данных, необходимых для создания трехмерного изображения. Неотъемлемой частью является обеспечение обновления пространственных данных, которые будут изображены на 3D-картах, для чего так же необходимо межведомственное взаимодействие.

Внедрение трехмерного кадастра, это длительный процесс, который

начался в Российской Федерации еще с 2010 года и ведется по сей день. Примером тому является Российско-Голландский проект «Создание модели трехмерного кадастра объектов недвижимости в России» на базе единственного пилотного региона — Нижегородской области. В пилотных попытках реализации проекта принимали участие Министерство экономического развития РФ, Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии, Федеральный кадастровый центр «Земля», Kadaster Нидерландов, Технологический университет Дельфта (TUD) и две частные голландские компании.

Согласно концепции российского трехмерного кадастра, пилотный проект был разбит на пять этапов. Первый — связан с изучением российской нормативно-правовой базы и ее сопоставлением с организацией процессов получения, хранения и предоставления трехмерной кадастровой информации. Второй этап предполагал разработку модели получения, хранения и предоставления трехмерной кадастровой информации в России с использованием международного опыта. Следующий — третий этап посвящен созданию прототипа трехмерного кадастра. Наконец, в рамках последних двух этапов были подготовлены предложения по совершенствованию нормативно-правовой базы с целью создания благоприятной правовой и организационной среды для использования информации трехмерного кадастра, а также разработаны программы обучения.

Для проекта были выбраны три типичных трехмерных объекта на территории Нижнего Новгорода. Объект 1 — здание Теледома (около телевизионной башни) рис.8. В сумме в здании находятся 20 трехмерных единиц с десятью различными собственниками. Права различных пользователей записаны по отдельности в реестре прав. Имеются поэтажные планы. У данного объекта есть интересные выступы (один нависает над соседним участком, на котором расположен магазин, а другой над дорогой/тротуаром), также в нем находится подземная парковка (рис. 9).



Рис.8 Здание теледома в Нижнем Новгороде

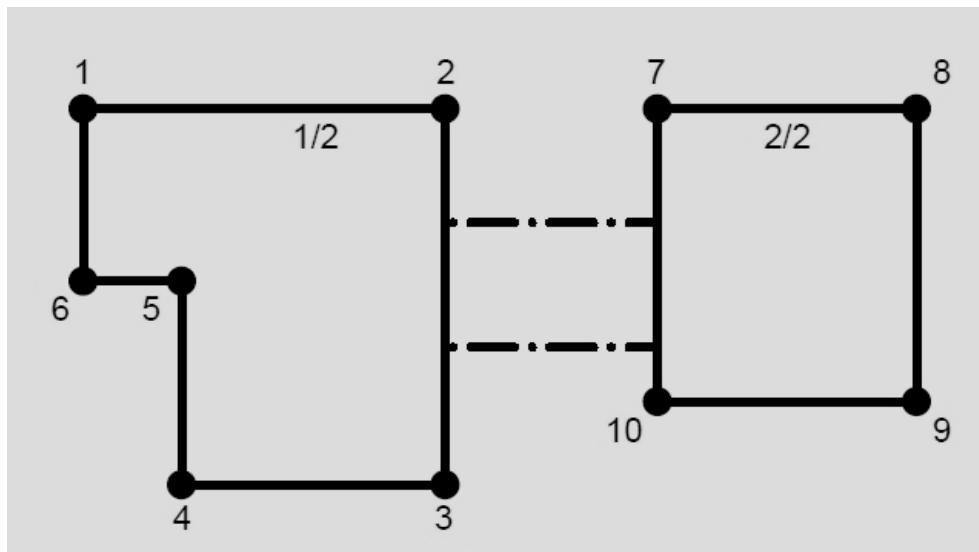


Рис.9 Чертеж контура здания в техническом плане, где штрихпунктирной линией показана галерея

Объект 2 — жилой комплекс, включающий семь помещений для нежилых целей и 88 квартир, из которых шесть в ипотеке. Подземная парковка и земельный участок находятся в долевой собственности. Данный комплекс являлся объектом незавершенного строительства.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

Объект 3 — подземный газопровод среднего давления. Длина газопровода составляет 72,73 м, диаметр 50 мм. Он пересекает земельный участок, на котором расположен комплекс музейных зданий.

Разработанный прототип стал трехмерной визуализацией трех пилотных объектов и представляет собой разборную модель здания в 3D-представлении. В дальнейшем 3D-визуализация объектов будет доступна на публичной кадастровой карте. При работе с моделью можно рассмотреть отдельный этаж или помещение, выбрать помещения по определенному критерию (например, по виду права), увидеть расположение объектов рядом друг с другом. В целом, проект не имел целью перевести все имеющиеся в стране объекты в трехмерный вид, а только те, для которых это действительно необходимо. Впоследствии было проведено обучение, подготовлены инструкции и руководство по загрузке 3D-объектов в систему государственного кадастра недвижимости. [38]

Трехмерный кадастр, это сложная система, которую внедряют уже множество стран и Россия стоит на пути внедрения данной технологии. Введение трехмерного кадастра возможно с объектов, визуализация которых, в трехмерных данных в первую очередь необходима.

Заключение

Целью выпускной квалификационной работы было исследование проблем использования рельефа с цифровых планово-картографических материалов для задач кадастра и градостроительства, а также была разработана технология создания рельефа на цифровых планово-картографических материалах, являющихся основой при решении задач кадастра и градостроительства.

Для достижения цели были выполнены следующие задачи:

- 1) Анализ использования информации о рельефе при ведении кадастра недвижимости в Российской Федерации;
- 2) Изучение использования рельефа в кадастре недвижимости зарубежных стран;
- 3) Анализ технологии создания рельефа на цифровых планово-картографических материалах;
- 4) Исследование внедрения трехмерного кадастра.

В результате выполненной работы можно сделать вывод о необходимости учета рельефа с цифровых планово-картографических материалов в кадастре и градостроительной деятельности. Данный вывод основан на анализе существующих проблем в кадастре недвижимости и градостроительстве, осуществленном нами. Были проанализированы следующие проблемы:

- проблема наложения границ объектов недвижимости друг на друга из-за уклона рельефа местности при их постановке на кадастровый учет. Следствием данной проблемы являются земельные споры, ошибки в регистрации, искаженная площадь земельного участка и, как следствие, его стоимость или арендная плата.
- проблема постановки на учет разноуровневых строений, а также регистрации собственников жилых и нежилых помещений

Что касается градостроительной деятельности, то следует отметить, что градостроительное планирование обязательное для всех муниципальных образований, требует более подробных сведений о рельефе, а далеко не все населенные пункты обеспечены картографическими материалами, с имеющейся на них планово-высотной основы.

В настоящее время уделяется большое внимание развитию современных технических средств и методов для кадастровых работ, в связи с чем, ни раз в Российской Федерации начиналось внедрение трехмерного кадастра, но так и не было введено в дальнейшем.

Нами был проанализирован опыт зарубежных стран по ведению трехмерного кадастра и в качестве примеров были изучены трехмерные кадастровые системы следующих стран: Швеция, Нидерланды, Китай. В ходе нашего анализа также были изучены проблемы внедрения данной технологии.

Так как трехмерное представление данных неразрывно связано с рельефом местности, то нами была изучена и применена технология отображения рельефа на топографических планах М 1:2000 и М 1:25 000, а также в ходе производственной деятельности были выявлены особенности создания рельефа на них.

Таким образом была проделана качественная исследовательская работа, направленная на изучение проблематики учета рельефа с цифровых планово-картографических материалов.

Библиографический список

1. Гаврюшина, Н.В. Аналитический обзор систем 3D-кадастра недвижимости [Электронный ресурс] // Сибирская государственная геодезическая академия. – Новосибирск. 2012. URL: http://masters.donntu.org/2017/igg/gnucheva/library/gavrushina_3D.pdf
2. Назначение рельефа в земельном кадастре [Электронный ресурс] // Урало-Сибирская Геоинформационная Компания. 2014. URL: <http://usgik.ru/glavnaya/publikacii/10056499/>
3. Матечук, Д.А. Ведение трехмерного кадастра недвижимости в условиях городского ландшафта // Современные научные исследования и инновации. 2016.
4. Гаврюшина, Н.В. Аналитический обзор систем 3D кадастра недвижимости // СГГА.– Новосибирск, 2016.
5. Жадан, М.С. Аналитический обзор зарубежного опыта учета 3D-моделей в кадастре // СГУГиТ.– Новосибирск, 2016.
6. Чернов, А. В. Аналитический обзор международного опыта формирования 3D-моделей в кадастре / А. В. Чернов, Б. Ч. Цырендылыков. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2019.
7. Общие ресурсы о градостроительной оценке рельефа [Электронный ресурс]. URL: <https://lektsii.org/5-10986.html>
8. Общие ресурсы о рельефе в градостроительстве при проведении ландшафтных работ [Электронный ресурс]. URL: – <https://vistagrad.com/engineering-preparation-of-territory/relef-v-gradostroitelstve-i-pri-provedenii-landshaftnyih-rabot>
9. Сведения о рельефе, его оценка и использование для градостроительных нужд. Вертикальная планировка территории. Соблюдение требований экологии при перестроении рельефа [Электронный ресурс] // Колледж строительства и экономики. – Псков. URL: <https://www.kazedu.kz/referat/20297>
10. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: от 27 декабря 2016 года // Об установлении требований к составу сведений

единой электронной картографической основы и требований к периодичности их обновления. – № 853.

11. Хромых, В.В. Цифровые модели рельефа: учебное пособие / В.В. Хромых / О.В. Хромых. – Томск: «ТМЛ-Пресс», 2007. – 164 с.

12. Общие ресурсы по планово-высотной съемке [Электронный ресурс]. URL: <https://studfile.net/preview/5444458/page:29/>

13. Информационное картографическое обеспечение // Правила цифрового описания картографической информации цифровых и электронных карт. часть 3 – 2017.

14. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов // Условные знаки для топографических планов М 1: 500 [правила начертания].

15. Свод правил: СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства: Одобрен Департаментом развития научно-технической политики и проектно-изыскательских работ Госстроя России от 14 октября 1997 г. : дата введения 1998-01-01.

16. ГКИНП-02-033-82. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. – утв. ГУГК СССР 05.10.1979.

17. Новаковский, Б.А. Комплексное геоинформационно – фотограмметрическое моделирование рельефа: учебное пособие / Б.А. Новаковский / Р.В. Пермяков. – М.: Изд-во МИИГАиК. 2019. – 175 с.

18. Левицкая, Н.А., Ноздрин Е.В. Содержание планово-картографических и других материалов учета земель [Электронный ресурс] // Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск. 2009. URL: <https://www.bestreferat.ru/referat-315390.html#:~:text=Первым%20источником%20информации%20для%20текстовой,коммунальные%20органы%20и%20другие%20ведомства>

19. Безменов, В.М. Картографо – геодезическое обеспечение кадастра. Площадь земельного участка. Точность определения площади: учебно-методическое пособие. – Казань. 2014.

20. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов // Карты цифровые топографические: Система классификации и координирования картографической информации: введ. постановлением Госстандарта России от 17 мая 2000 г. : дата введения 2001-01-01.

21. Общие ресурсы о технологии создания цифровых топографических карт и планов [Электронный ресурс] // Волгоградский государственный социально-педагогический университет. Волгоград. URL: <https://studfile.net/preview/2623431/page:4/>

22. Общие ресурсы о технологической схеме стереотопографического метода топографической съемки [Электронный ресурс]. URL: https://vuzlit.ru/980059/tehnologicheskaya_shema_stereotopograficheskogo_metoda_topograficheskoy_semki

23. ГКИНП-30. Часть 2. Основные положения по содержанию топографических карт масштабов 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000. – Москва, 1977

24. Общие ресурсы по изображению рельефа на карте [Электронный ресурс]. 2020. URL: <http://kadastrua.ru/kartografiya/355-izobrazhenie-relefa.html#:~:text=Особенности%20изображения%20долинно-балочного%20рельефа.%20Равнинный,выраженным%20очертаниям%20служат%20хорошими%20ориентирами>

25. Информационное картографическое обеспечение // Правила цифрового описания картографической информации цифровых и электронных карт ч. 3. – 2017 2.4

26. Общие ресурсы с информацией о программном комплексе Нева [Электронный ресурс] // Инфопедия. URL: <https://infopedia.su/9x11bd2.html#:~:text=В%20состав%20программного%20комплекса%20входит,программы%20решения%20различных%20прикладных%20задач>

27. Программное изделие: Геоинформационная система «Панорама» // Литера О. 2020. – 173 с.

28. О государственной регистрации недвижимости: Федеральный конституционный закон от 13.07.2015 № 218- ФЗ. – ст.8.
29. О государственной регистрации недвижимости: Федеральный конституционный закон от 13.07.2015 № 218- ФЗ. – ст.12.
30. Базилевич, А.М. Роль рельефа в ландшафте и в градостроительстве [Электронный ресурс] // Государственный университет по землеустройству. – Москва. 2015. URL: <https://izron.ru/articles/voprosy-tehnicheskikh-nauk-novye-podkhody-v-reshenii-aktualnykh-problem-sbornik-nauchnykh-trudov-po/seksiya-10-stroitelstvo-i-arkhitektura-spetsialnost-05-23-00/rol-relefa-v-landshafte-i-v-gradostroitelstve/>
31. Градостроительный кодекс Российской Федерации: Федеральный конституционный закон от 29.12.2004 № 190 – ФЗ (ред. От 30.04.2021). – ст. 42.
32. Общие ресурсы о планировке территории [Электронный ресурс]. URL: https://studopedia.ru/1_10125_tema--planirovka-territorii.html
33. Соболева, О.Н. Учебно-методическое пособие к лабораторным работам [Вертикальная планировка территории застройки] // ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов-на-Дону, 2017.
34. Общие ресурсы с информацией о плане организации рельефа [Электронный ресурс] URL: https://studme.org/283837/geografiya/plan_organizatsii_relefa
35. Снежко, И.И. Сравнительный анализ создания 3D-кадастра в России и Нидерландах [Электронный ресурс]. Москва. 2017. URL: <https://vipisca.ru/2015/03/sravnitelnyj-analiz-3d-kadastra.html>
36. Росреестр. Единая электронная картографическая основа от 13.07.2020.

Приложение 1

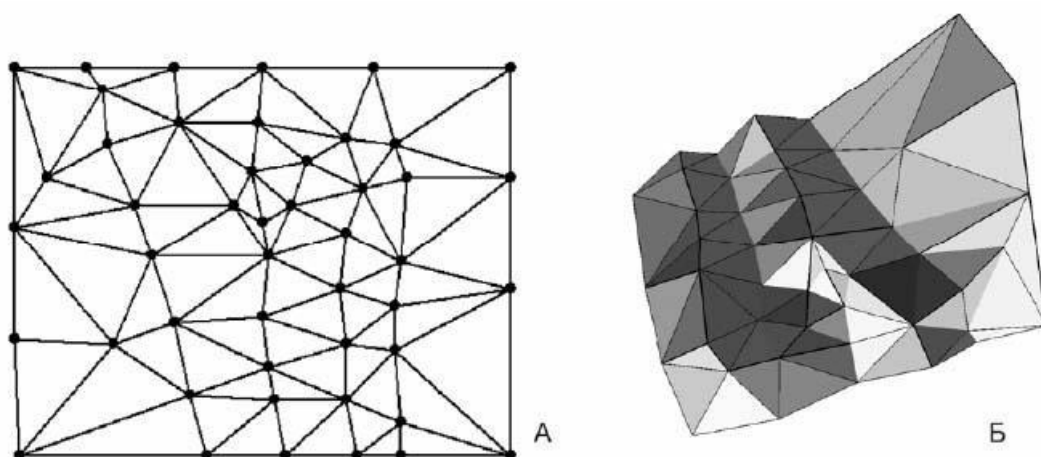
Таблица примеры расчет предельной допустимой погрешности определения площади земельных участков

Категория земель	Средняя квадратическая ошибка местоположения характерных точек, не более (м)	Примеры P -площадь участка, кв.м	\sqrt{P}	Предельно допустимая погрешность определения площади, кв.м $\Delta P = 3,5 * Mt * \sqrt{P}$	Предельная допустимая погрешность определения площади в % $\Delta P / (P + 100)$
Земли населенных пунктов	0,10	(25 соток) 2500 кв.м	50	17,5	0,7
Земельные участки, предоставленные для ведения личного подсобного хозяйства, садоводства огородничества, индивидуального гаражного или индивидуального жилищного строительства на землях населенных пунктов и землях сельскохозяйственного назначения	0,20	(25 соток) 2500 кв.м	50	35	1,5
Земли сельскохозяйственного назначения	2,50	25 га = 25 0000 кв.м	500	4375	1,7
Земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и иного специального назначения	0,50	25 га = 25 0000 кв.м	500; 1000	875; 1750	0,3; 0,1
Земли особо охраняемых природных территорий	2,50	25 га = 25 0000 кв.м; 1 кв.км = 1 000 000 кв.м	500; 1000	4375; 8750	1,7; 0,8
Земли лесного фонда, земли водного фонда, земли запаса	5,00	25 га = 25 0000 кв.м; 1 кв.км = 1 000 000 кв.м	500; 1000	8750; 17500	3,5; 1,7

Изм.
Лист
№ док.
Подпись
Дата

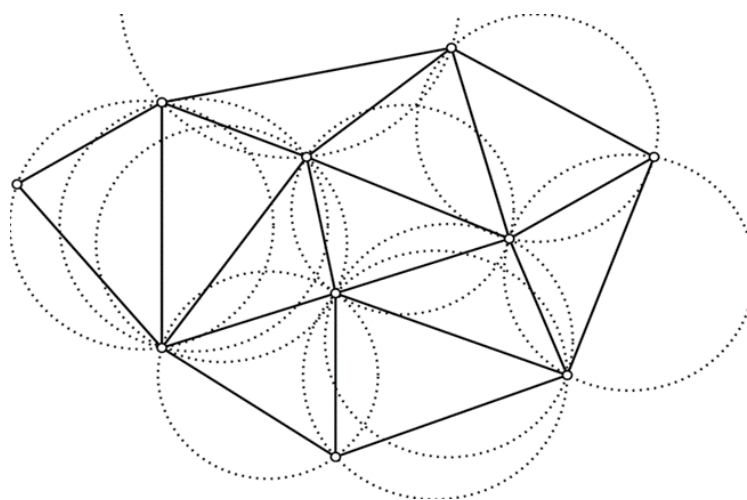
21.03.02.2021 АС-424 ПЗ ВКР

Изображение TIN модели



TIN представление. Векторное представление поверхностей образуется соединением точек с известными значениями высоты. А-план; Б- 3D отображение.

Триангуляция Делоне



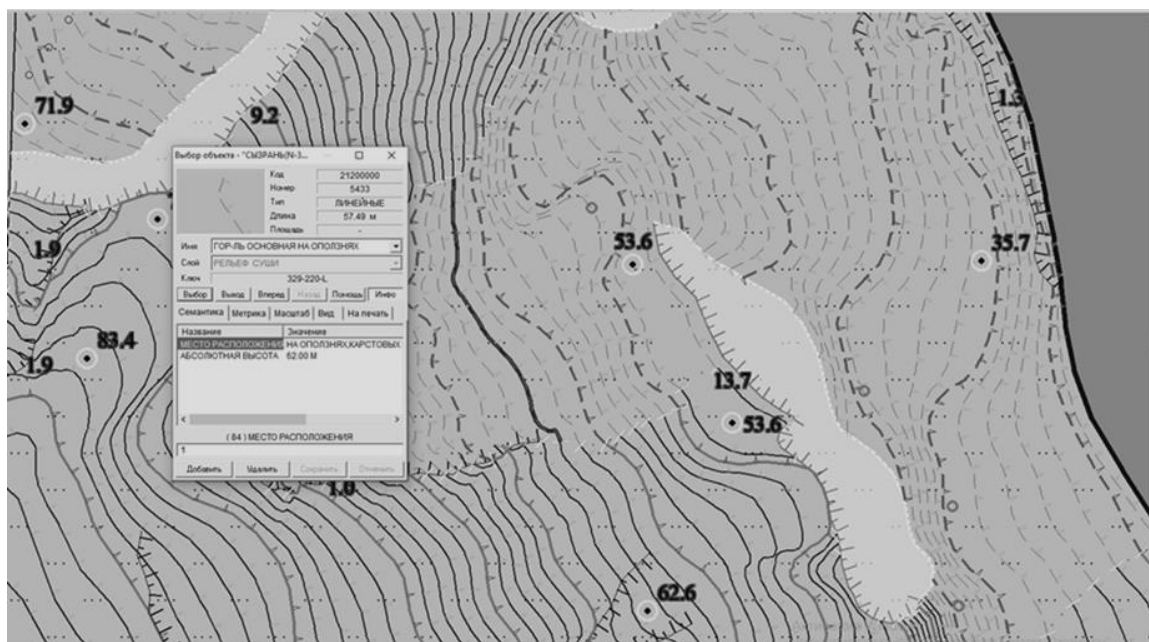
Триангуляция Делоне в приложении к двумерному пространству формулируется следующим образом: система взаимосвязанных неперекрывающихся треугольников имеет наименьший периметр, если ни одна из вершин не попадает внутрь ни одной из окружностей, описанных вокруг образованных треугольников.

Образовавшиеся треугольники при такой триангуляции максимально приближаются к равносторонним, а каждая из сторон образовавшихся треугольников из противоположащей вершины видна под максимальным углом

из всех возможных точек соответствующей полуплоскости. Интерполяция выполняется по образованным ребрам.

					21.03.02.2021.305-04.002 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		121

Приложение 3



На данном изображении представлен фрагмент топографического плана М 1:2000, в целях наглядности основные горизонталы представлены синим цветом, основные утолщенные горизонталы представлены зеленым цветом. Коричневым темным цветом обозначены утолщенные горизонталы на оползнях, коричневым светлым цветом обозначены основные горизонталы на оползнях.

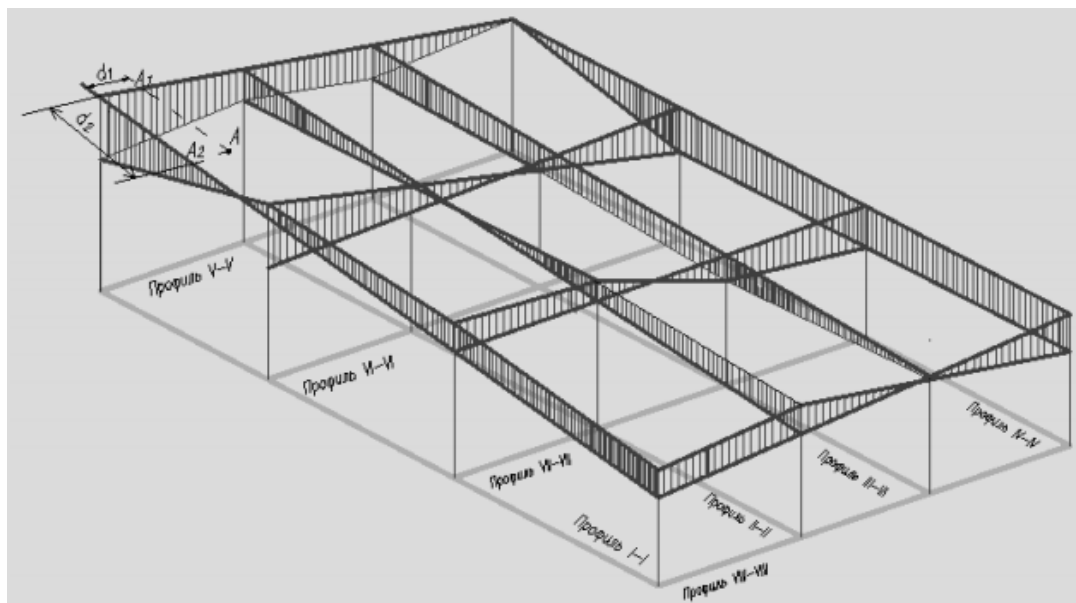
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

21.03.02.2021.305-04.002 ПЗ ВКР

Лист

122

Приложение 4



На представленном выше изображении отметка точки A не может быть определена непосредственно из чертежей проекта, поскольку она расположена ни на одном из профилей. Однако её можно определить, предполагая, что уклоны по линии AA_1 и AA_2 соответственно идентичны уклонам линий d_1 и d_2 , обозначенным на ограничивающих площадку профилях I-I и V-V. Не трудно заметить условный характер такого определения координат точки A : отметка той же точки, найденная аналогично, исходя из двух других, образующих замкнутый контур профилей II-II и IV-IV, может оказаться совсем другой.