



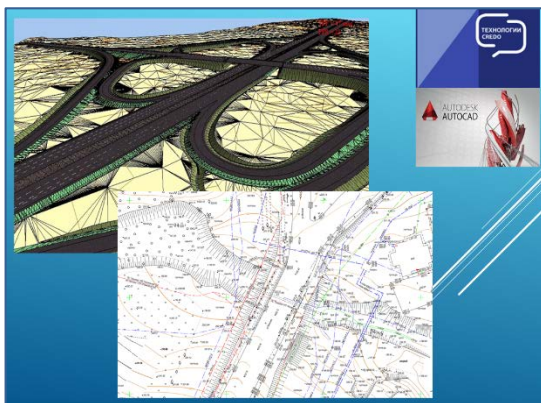
**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

**Кафедра «Геодезия и
аэрокосмические геотехнологии»**

**ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

**ЭЛЕКТРОННЫЙ
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
для студентов специальности 1-56 02 01 «Геодезия»**



Составители: В.Н. Кашура, И.Е. Рак

Минск
БНТУ
2022

ПРЕДИСЛОВИЕ

Традиционные потребители топографо-геодезической информации (проектировщики генплана и объектов транспорта) эффективно применяют существенно изменившиеся, основанные на методах цифрового моделирования, системы автоматизированного проектирования, где основой для проектирования служат цифровые модели местности инженерного назначения.

ЭУМК «Геодезическое обеспечение автоматизированных систем проектирования» – электронный программный комплекс включающий систематизированные учебные, научные и методические материалы по учебной дисциплине, направленный на повышение эффективности обучения для студентов очной и заочной формах получения образования по специальности 1-56 02 01 «Геодезия».

Курс «Геодезическое обеспечение автоматизированных систем проектирования» освещает основные концепции и структуры программного обеспечения систем автоматизированного проектирования, основы геометрического моделирования в САПР, состав и построение цифровых моделей местности инженерного назначения, требования к топографо-геодезическим данным для построения цифровых моделей местности и нормативно – техническую документацию, используемую для их формирования. Содержание учебной дисциплины увязано с содержанием курсов общенаучных, общепрофессиональных дисциплин, а также специальных дисциплин.

В структуру ЭУМК входят: теоретический раздел, практический раздел, раздел контроля знаний, вспомогательный раздел.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	2
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	7
Тема № 1. Современные технологии проектирования.....	7
Лекция 1. Инженерно-геодезическое обеспечение САПР.....	7
Лекция 2. Истоки геометрического моделирования в САПР. Технологии CALS	12
Лекция 3. Основные положения информационной поддержки жизненного цикла продукта. Технологии BIM.....	18
Тема № 2. Основы систем автоматизированного проектирования	26
Лекция 4. Цели, преимущества, задачи и классификация САПР.	27
Лекция 5. Структурные составляющие и специфика информационного обеспечения САПР.	38
Тема №3. Геометрическое моделирование в САПР	44
Лекция 6. Стандартные графические примитивы. Принципы построения в системах графического моделирования.....	45
Лекция 7. Методы хранения данных. Форматы графических файлов. Обмен графической информацией.....	61
Тема №4. Цифровое моделирование местности.....	75
Лекция 8. Понятие и состав ЦММ	76
Лекция 9. ЦМС. Основные элементы. Семантическое описание и отображение элементов ЦМС. Цифровой классификатор. .	81
Тема № 5. Цифровые модели рельефа.....	91
Лекция 11. Растровые и векторные модели рельефа.....	101
Лекция 12. Информационное и программное обеспечение для создания ЦМР. Трехмерное моделирование.....	107

Тема №6. Принципы формирования ЦММ.....	114
Лекция 13. Общие положения формирования ЦММ.	114
Лекция 14. Математическая и координатная основа ЦММ. Организация послынности в ЦММ.....	117
Лекция 15. Точность создания и приемка ЦММ. Оценка качества данных в составе ЦММ.	119
Тема №7. Сбор данных для формирования ЦММ.....	122
Лекция 16. Перечень инженерно-геодезических работ, выполняемых для формирования ЦММ.....	122
Лекция 17. Состав данных в ЦММ. Нормативно-технические документы по формированию ЦММ.	126
Лекция 18. Цифровые инженерно-топографические планы.	134
Тема №8. Системы крупномасштабного картографирования. Программный комплекс Кредо.....	143
Лекция 19. Общие сведения. Основные функции комплекса CREDO III.....	143
Лекция 20. CREDO линейные изыскания сведения о системе. Состав разделяемых ресурсов.	147
Лекция 21. Построение ЦММ в среде CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ. Построение продольного профиля ЛТО.....	154
ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	164
ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ по учебной дисциплине «Геодезическое обеспечение автоматизированных систем проектирования».....	164
Лабораторная работа №1	164
Лабораторная работа №2	165
Лабораторная работа №3	166
Лабораторная работа №4	167

Лабораторная работа №5	168
Лабораторная работа №7	169
МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ по учебной дисциплине «Геодезическое обеспечение автоматизированных систем проектирования».170	
1. Технология создания цифровой модели местности инженерного назначения в ПК «Линейные изыскания»..	171
1.1 Сведения о программе ТРАНСФОРМ.....	171
Упражнение 1. Трансформация растрового фрагмента .	172
1.2 Сведения о системе ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ	176
Упражнение 2. Импорт разделяемых ресурсов.....	185
1.3 Понятие Проект и Набора Проектов	187
Упражнение 3. Создание Проекта и Набора проектов	191
Упражнение 4. Импорт исходных данных	197
1.4 Создание цифровой модели рельефа.....	199
Упражнение 5. Создание рельефных точек по растровой подложке	200
Упражнение 6. Построение поверхности.....	206
Упражнение 7. Моделирование откосов.....	210
Упражнение 8. Моделирование поверхности с бордюрным камнем.....	223
Упражнение 9. Моделирование поверхности с подпорной стенкой	229
Упражнение 10. Моделирование поверхности с канавой	237
1.5 Создание цифровой модели ситуации	241
Упражнение 11. Создание и редактирование точечного объекта на основе растровой подложки	243

Упражнение 12. Создание и редактирование линейного объекта на основе растровой подложки	259
Упражнение 13. Создание и редактирование площадного объекта на основе растровой подложки	265
6. Создание чертежа плана	273
2. Технология создания продольного профиля линейно-тематического объекта в CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ.....	275
2.1 Интерфейс окна профиль в ПК Линейные изыскания.....	275
2.2 Наборы проектов окна профиль в ПК Линейные изыскания.....	277
2.2.1 Функциональность и особенности набора проектов окна профиль	279
2.2.2 Проекты разрез модели и развернутый план.....	282
3. Технология создания продольного профиля линейно-тематического объекта в ПП CREDO.....	284
3.1 Особенности профилей	284
Упражнение 14. Построение продольного профиля линейно-тематического объекта по данным ЦММ.....	288
Упражнение 15. Создание чертежа профиля.....	296
Упражнение 17. Создание шаблона и штампа к нему	299
Упражнение 18. Выпуск чертежа профиля.....	305
РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	306
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ	306
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	313
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	314

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

Тема № 1. Современные технологии проектирования.

Темы лекций:

1. [Инженерно-геодезическое обеспечение САПР.](#)
2. [Истоки геометрического моделирования в САПР. Технологии CALS.](#)
3. [Основные положения информационной поддержки жизненного цикла продукта. Технологии BIM.](#)

Лекция 1. Инженерно-геодезическое обеспечение САПР

Начиная с 1950 года в геодезии наблюдается интенсивный процесс электронизации и автоматизации. Указанный год выбран в качестве отчетного по той причине, что после него произошли два события, повлиявшие на ход истории самым кардинальным образом, — создание первых ЭВМ и первых космических кораблей, что оказало сильное влияние на многие стороны человеческой деятельности, в том числе на развитие геодезии.

Под электронизацией понимают применение средств электронной техники для выполнения тех или иных действий. Электронизация наблюдается во многих областях человеческой деятельности: медицине, геофизике, навигации, военном деле (возможно самое широкое применение) и др. В геодезии началом электронизации можно считать появление первых радиодальномеров в 1950-х гг.

Таким образом, электронизация в геодезии позволила совершенствовать технологии выполнения геодезических работ, добиваться более высокой производительности при одновременном повышении точности измерений. В принципе эти процессы и проблемы были внутренними для топографо-геодезического производства и не затрагивали пользователей непосредственно. С развитием электронных вычислительных машин и методов обработки данных стали появляться новые формы представления информации о земной поверхности, что представляло самый непосредственный интерес для ее получателей.

Первым отличным от традиционных топографических карт и планов продуктом стали *цифровые модели местности*. Первая такая модель земной поверхности была создана в 1957 г. в США в Массачусетском технологическом институте. Она представляла собой модель рельефа земной поверхности и предназначалась для проектирования автомобильных дорог. Хотя обработка данных на существовавших в то время «больших» ЭВМ отличалась очень высокой стоимостью, эти затраты перекрывались снижением стоимости возводимых объектов за счет оптимизации проектных решений.

С течением времени происходило развитие и совершенствование элементной базы средств вычислительной позволило в десятки и сотни раз увеличить быстродействие и объем оперативной памяти при одновременном снижении стоимости машинного времени в тысячи раз. С другой стороны, происходило накопление знаний в области разработки общего и специального программного обеспечения, в том числе в области методов геоинформационного моделирования — методов создания компьютерных моделей земной поверхности.

В 1980-х гг. была осознана возможность использования геоинформационных моделей для создания планов и карт, и возникло направление, получившее название цифрового картографирования и обозначавшее как создание нового продукта —

цифровых моделей местности, так и получение обычных карт и планов автоматизированными методами.

В настоящее время развитие и внедрение новых методов сбора, обработки, представления и использования топографо-геодезической информации (ТГИ) происходит достаточно активно. В массовое производство топографо-геодезических работ вошли электронные тахеометры и спутниковые технологии, прочно заняли свое место цифровые методы в фотограмметрии, все шире применяются технологии наземного и воздушного лазерного сканирования. ТГИ приобрела цифровой вид.

Традиционные потребители ТГИ (проектировщики генплана и объектов транспорта) эффективно применяют существенно изменившиеся, основанные на методах цифрового моделирования, системы автоматизированного проектирования, где основой для проектирования служат *цифровые модели местности инженерного назначения*.

Система автоматизированного проектирования (САПР) – сложный комплекс средств, предназначенный для автоматизации проектирования.

Согласно принятым в 1980-х годах стандартам, САПР – это не просто некая программа, установленная на компьютере, это информационный комплекс, состоящий из аппаратного обеспечения (компьютера), программного обеспечения, описания способов и методов работы с системой, правил хранения данных и многого другого.

Таким образом и принципиально изменился подход к основным результатам инженерных изысканий, которые являются неотъемлемой частью процесса проектирования. Это выразилось в переходе от «бумажного» результата (чертежи, планшеты) к созданию цифровой модели местности (ЦММ) - как основного результата инженерно-геодезических изысканий, созданию объемной геологической модели (ОГМ) - как результата инженерно-геологических изысканий. Но также из-

менился подход и к результату проектирования - созданию и оценке цифровой модели проекта (ЦМП).

Использование ЦММ для целей проектирования определяет характер специальных требований не только к содержанию ЦММ, но и к тому программному обеспечению, которое применяется для ее создания и последующего использования в САПР.

Одним из основных требований к программному обеспечению является *технологическая связанность программного комплекса*. В идеальном варианте изыскатель и проектировщик должны работать с единым набором данных в единой программной среде (САПР). Программный комплекс (САПР) должен состоять из отдельных систем (модулей), обеспечивая формирование оптимальных по функциональности и стоимости рабочих мест и технологических линий, с учетом организационной структуры предприятий и временной последовательности выполнения отдельных видов работ. Каждый модуль должен обладать возможностью импорта данных и экспорта результатов в различные форматы. Это позволяет эксплуатировать каждую из систем комплекса либо самостоятельно, встраивая ее в уже сложившуюся технологию, либо совместно с другими системами комплекса, используя достоинства сквозного технологического процесса. Во втором варианте единая (локальная или корпоративная) база данных проектов для всех систем комплекса обеспечивает целостность, своевременную актуализацию и высокую эффективность инженерных изысканий и проектирования.

Программное обеспечение, предназначенное для формирования ЦММ, должно обеспечивать:

- эффективную технологию сбора и обработки ТГИ; использование максимально широкого спектра источников топографической информации для создания и обновления ЦММ: цифровой наземной топографической (площадной или полосной) съемки, традиционных методов линейных инженерных

изысканий, данных, импортируемых из систем обработки результатов аэросъемки и космических снимков высокого разрешения, цифровых картографических материалов общего пользования, существующих графических топографо-геодезических и картографических материалов на бумажных, пластиковых и других носителях;

- управление большими объемами данных в ЦММ;
- генерализацию отображения топографической информации;
- мониторинг и обновление ЦММ территории.

Эффективность применения цифровых технологий в наибольшей степени проявляется при их использовании на всех этапах производственного процесса не только в одной организации, но и в смежных предприятиях отрасли или региона.

Например, распространенной практикой в дорожной и нефтегазовой отраслях стало проведение топографической съемки местности с помощью электронных геодезических приборов с последующей камеральной обработкой данных и построением цифровой модели местности непосредственно в полевых условиях. Полученная ЦММ затем передается проектировщикам своей или смежной организации для проектирования, причем, часто оперативно, не дожидаясь завершения выполнения всего объема инженерных изысканий. Результаты проектирования, в электронном виде, поступают в строительную организацию, которая самостоятельно готовит и передает необходимые разделы проекта в цифровом виде на строительную площадку своим подразделениям. На их основе выполняется строительство и исполнительные съемки. Полученная, таким образом, исполнительная документация в электронном виде передается в эксплуатирующую организацию. Набор таких электронных моделей объектов служит информационной базой для построения отраслевых геоинформационных систем (ГИС) и решения управленческих задач.

Для реализации подобной технологии в регионе, цифровые модели местности и объекты данной территории сосредотачивают в едином органе, например, в управлении архитектуры и градостроительства города или области.

Преимущества технологии очевидны: изыскательские и проектные организации, получая из управления архитектуры и градостроительства города уже имеющиеся цифровые модели, существенно экономят время и средства на выполнение топографической съемки текущих изменений и корректировку существующих моделей, дополняя данные геолого-геодезической службы цифровыми моделями новых объектов. Управление архитектуры и градостроительства, владея полным набором данных, с высокой степенью достоверности и качества ведет топографические и дежурные планы подземных коммуникаций, застройки, отводов земель, красных линий и др.

Лекция 2. Истоки геометрического моделирования в САПР. Технологии CALS

Теоретические основы САПР сформировались в 60-х начале 70-х годов прошлого столетия. В основу теории положены разнообразные математические модели абстрактного изделия (объекта). Объекты рассматриваются с точки зрения различных областей применения и возможностей различных методов получения параметров объектов: геометрические, технологические, тепловые, аэродинамические, эргономические и т.п.

В литературе по САПР часто используется англоязычная терминология (CAD/CAM/CAE):

- *компьютерное проектирование* (дизайн) (computer-aided design – CAD), под которым понимают автоматизированную разработку чертежей узлов и деталей различных изделий;

- *автоматизированное производство* (computer-aided manufacturing – САМ), которое в отечественной терминологии часто называют безбумажным проектированием, заключающееся, например, в том, что разработанный на компьютере чертеж в автоматическом режиме преобразуется в команды управления станками, изготавливающими деталь по этому чертежу;
- *автоматизированную разработку или конструирование* (computer-aided engineering – САЕ), позволяющую в автоматическом режиме рассчитывать прочность деталей, взаимодействие узлов механизмов, анализ допусков, расчет масс-инерционных свойств и выполнять ряд других важных для проектирования расчетов.

Первым, наиболее значительным результатом в области разработки программных средств САПР является создание *интерактивных графических редакторов* (систем автоматизированного черчения CADD – Computer-Aided Design and Drafting-компьютерное проектирование и разработка). В графических редакторах реализованы упрощенные представления о процессе проектирования, как о процессе создания геометрических объектов путем манипуляции с набором неких элементарных геометрических объектов – геометрических примитивов.

Общей тенденцией современного развития САПР является использование крупных программных комплексов, решающими широкий круг инженерных задач. Распространение получили - многофункциональные программы двух типов:

- программы *общетехнического характера*, не связанные с конкретной инженерной отраслью, т.е. пригодные для выполнения, расчетных или графических операций в любой сфере деятельности (в строительстве, машиностроении, энергетике, сельском хозяйстве и т.д.)
- программы, *специализированные на решениях задач конкретной инженерной отрасли*, например, гидрогеологии, картографии, геодезии, проектирования строи-

тельных конструкций, технологии и организации строительных работ и т.д.

Программы *общетехнического характера* выполняют практически любые чертежи или расчеты, но они подразумевают, как правило, непосредственное участие пользователя в каждой операции по их выполнению, т.е. составление им алгоритмов расчетов, команды по выполнению отдельных элементов чертежа (линий, фигур, надписей).

Программы *специализированного характера* приспособлены к задачам только конкретной отрасли, например, картографии, геодезии, гидрогеологии, строительных конструкций и т.д. Они позволяют выполнять работу большими блоками или даже сразу решать весь комплекс задач, охватывая зачастую и расчетную, и графическую часть этой работы. Очевидно, что наибольшее повышение производительности труда пользователя достигается при использовании программ второго вида, т.е. *специализированных* на решении соответствующих задач. Специализация САПР привела к появлению целого ряда утилит для программ общетехнического характера, одни из которых встраивались в ядро программы (например, утилита МенюГео для AutoCAD), а другие предполагалось применять как независимые сервисные программы (Autodesk Civil Design и пр.).

К концу XX века стало ясно, что все эти достаточно дорогостоящие программные продукты не оправдывают возлагающихся на них надежд, а точнее не дают ожидаемой производительности. Вся проблема заключается в информационном обмене между различными участниками жизненного цикла изделия (заказчиков, разработчиков, производителей, эксплуатационников и т.д.). При переносе данных из одной автоматизированной системы в другую требуются большие затраты труда и времени для повторной кодировки, что приводит к многочисленным ошибкам. Оказалось, что разные системы «говорят на разных языках» и плохо понимают друг друга. Более того,

выяснилось, что бумажная документация и способы представления информации на ней ограничивают возможности использования современных технологий. Так, трехмерная модель изделия, создаваемая в современной САПР, вообще не может быть адекватно представлена на бумаге.

С другой стороны, по мере усложнения изделий происходит резкий рост объемов технической документации. Сегодня эти объемы измеряются тысячами и десятками тысяч листов, а по некоторым изделиям (например, кораблям) – тоннами. При использовании бумажной документации возникают значительные трудности при поиске необходимых сведений, внесении изменений в конструкцию и технологии изготовления изделий. Возникает множество ошибок, на устранение которых затрачивается много времени. В результате резко снижается эффективность процессов разработки, производства, эксплуатации, обслуживания, ремонта сложных наукоемких изделий. Возникают трудности во взаимодействии заказчиков (в первую очередь – государственных учреждений) и производителей как при подготовке, так и при реализации контрактов на поставки сложной техники.

Для преодоления этих трудностей потребовались новые концепции и новые идеи. Среди них базовой стала идея информационной интеграции стадий жизненного цикла продукции (изделия), которая и легла в основу технологии CALS. Она состоит в отказе от «бумажной среды», в которой осуществляется традиционный документооборот, и переходе к интегрированной информационной среде, охватывающей все стадии жизненного цикла изделия. Информационная интеграция заключается в том, что все автоматизированные системы, применяемые на различных стадиях жизненного цикла, оперируют не с традиционными документами и даже не с их электронными отображениями (например, отсканированными чертежами), а с формализованными информационными моделями, описывающими изделие, технологии его производства и использова-

ния. Эти модели существуют в интегрированной информационной среде в специфической форме информационных объектов. Системы, которым для их работы нужны те или иные информационные объекты, по мере необходимости могут извлекать их из интегрированной информационной среды, обрабатывать, создавая новые объекты, и помещать результаты своей работы в ту же интегрированную информационную среду. Чтобы все это было возможно, информационные модели и соответствующие информационные объекты должны быть стандартизованы.

Термин CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support – непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла) означает совокупность принципов и технологий информационной поддержки жизненного цикла продукции на всех его стадиях. Русскоязычный аналог понятия CALS – Информационная Поддержка жизненного цикла Изделий (ИПИ). В гражданской сфере производства получил распространение другой термин – PLM (Product Life Management – управление ЖЦ изделия).

Цель внедрения CALS– минимизация затрат в ходе жизненного цикла изделия, повышение его качества и конкурентоспособности, повышения уровня сервиса в процессах его эксплуатации и технического обслуживания.

Результатом внедрения CALS-технологий в конечном итоге должно быть виртуальное изделие (единая интегрированная модель изделия), обладающее всем необходимым набором данных о проектировании, изготовлении, дальнейшей эксплуатации и в конечном итоге утилизации.

В основе CALS-технологий лежит набор интегрированных информационных моделей – самого ЖЦ и выполняемых в его ходе бизнес-процессов, продукта (изделия), производственной и эксплуатационной среды и пр. Структура проектной, технологической и эксплуатационной документации, языки ее представления должны быть стандартизованными. Тогда

становится реальной успешная работа над общим проектом разных коллективов, разделенных во времени и пространстве и использующих разные CAE/CAD/CAM системы. Одна и та же проектная документация может быть использована многократно в разных проектах, а одна и та же технологическая документация – в разных производственных условиях, что существенно сократит и удешевит общий цикл проектирования и производства.

К основным CALS -технологиям следует отнести:

Технология анализа и реинжиниринга бизнес-процессов - набор организационных методов реструктуризации способа функционирования предприятия с целью повышения его эффективности. Эти технологии нужны для того, чтобы корректно перейти от бумажного к электронному документообороту и внедрить новые методы разработки изделия;

Технология представления данных об изделии в электронном виде - набор методов для представления в электронном виде данных об изделии, относящихся к отдельным процессам ЖЦ изделия. Эти технологии предназначены для автоматизации отдельных процессов ЖЦ;

Технология интеграции данных об изделии - набор методов для интеграции автоматизированных процессов ЖЦ и относящихся к ним данных, представленным в электронном виде, в рамках ЕИП. При автоматизации отдельных процессов ЖЦ изделия используются существующие прикладные программные средства (САПР, АСУП и т.п.), однако к ним предъявляется важное требование - наличие стандартного интерфейса к представляемым им данным. При интеграции всех данных об изделии в рамках ЕИП применяются специализированные программные средства - системы управления данными об изделии (PDM - Product Data Management). Задачей PDM-системы является аккумулирование всей информации об изделии, создаваемой прикладными системами, в логически единую модель.

Наша страна подключилась к разработке CALS-технологий в 2005 г. Приказом председателя Государственного комитета по науке и технологиям от 23.05.06 г. №112 была учреждена Государственная научно-техническая программа «CALS-технологии».

Лекция 3. Основные положения информационной поддержки жизненного цикла продукта. Технологии ВІМ.

Жизненный цикл продукта (ЖЦП) – перечень этапов, через которые проходит изделие за весь период своего существования: маркетинговые исследования, концептуальное проектирование дизайна изделия, конструкторская и технологическая подготовка производства, изготовление, обслуживание, утилизация.

Этапы жизненного цикла продукта: маркетинговые исследования и проектирование.

Маркетинговые исследования

Цель маркетинговых исследований – анализ состояния рынка, прогноз спроса на планируемые изделия и развития их технических характеристик. На данном этапе жизненного цикла находит применение система CRM (Customer Requirement Management – Управление взаимоотношениями с клиентами).

CRM-система – это, прежде всего, база данных с информацией о клиентах, и набор приложений, которые позволяют, во-первых, собирать информацию о клиенте, во-вторых, ее обрабатывать, в третьих делать определенные выводы на базе этой информации, экспортировать ее в другие приложения или просто при необходимости предоставлять эту информацию в удобном виде.

Проектирование

Современные САПР (или системы CAE/CAD):

CAE – Computer Aided Engineering - системы расчетов и инженерного анализа;

CAD – Computer Aided Design – системы конструкторского проектирования).

Имеют многомодульную структуру. Модули различаются своей ориентацией на те или иные проектные задачи применительно к тем или иным типам устройств и конструкций.

Жизненный цикл продукта в САПР – это комплекс задач, решаемых в процессе его проектирования и производства. Он включает два главных процесса, составляющих жизненный цикл продукта: процесс разработки и процесс производства.

Процесс разработки начинается с запроса потребителей, который регистрируется отделом маркетинга на предприятии, и заканчивается полным описанием продукта.

Процесс производства начинается с подготовки производства и заканчивается поставкой готовых заказов потребителю.

Операции, относящиеся к процессу разработки, можно разделить на две части: синтеза и анализа.

Назначением процедур в процессе синтеза и собственно результатом синтеза, является концептуальный проект предполагаемого продукта в форме топологического чертежа, отражающего связи различных компонентов продукта. В этой части процесса разработки делаются основные финансовые вложения, необходимые для реализации идеи продукта, а также определяется его функциональность. Большая часть информации, порождаемой и обрабатываемой в рамках операции синтеза, является неудобной для компьютерной обработки.

Последовательность процедур синтеза в жизненном цикле продукта состоит из следующих пунктов:

- 1) оценки необходимости разработки;
- 2) формулирования технических требований для разработки;
- 3) оценки осуществимости и сбора требований для разработки;

4) создания концептуального проекта.

Готовый концептуальный проект анализируется и оптимизируется – это уже операция анализа.

Типичные примеры анализа модели (на примере геодезического производства): расчет предельно допустимых ошибок выполняемых измерений, анализ выбора точности выполняемых работ, т.д. Качество результатов, которые могут быть получены на этапе анализа, непосредственно связано с качеством выбранной аналитической модели, которым оно ограничивается.

Если оценка проекта на основании прототипа показывает, что проект не удовлетворяет требованиям, описанный выше процесс разработки повторяется снова.

Последовательность процедур анализа в жизненном цикле продукта состоит из следующих логических пунктов:

- 1) построения аналитической модели;
- 2) расчета;
- 3) анализа и оптимизации проекта;
- 4) оценки проекта.

Если же результат оценки проекта оказывается удовлетворительным, начинается подготовка проектной документации.

Результатом анализа, а также процесса разработки является создание полного законченного проекта и проектной документации к нему.

Операции, относящиеся к процессу производства, можно разделить на две части: подготовка и выпуск продукта.

Технологическая подготовка производства – это операция, устанавливающая список технологических процессов по выпуску продукта и задающая их параметры. В результате подготовки производства составляются сроки выполнения, геодезическая изученность территории, физико-географическая изученность района, количество необходимых

приборов и специалистов, транспортные расходы, а также необходимое программное обеспечение.

Подготовка занимает в процессе производства примерно такое же место, как операция синтеза в процессе проектирования. Эта операция требует значительного человеческого опыта и принятия качественных решений. Такая характеристика подразумевает сложность компьютеризации данного этапа.

Последовательность процедур подготовки производства в жизненном цикле продукта состоит из следующих логических пунктов (на примере геодезического производства):

- 1) планирования сроков выпуска;
- 2) геодезическая изученность территории;
- 3) физико-географическая изученность района;
- 4) подбора инструментов;
- 5) командировочные расходы и заказа транспорта;
- 6) процесс камеральной обработки;
- 7) согласование материалов.

После завершения процесса подготовки начинается выпуск готового продукта и его проверка на соответствие необходимым требованиям.

Последовательность процедур выпуска в жизненном цикле продукта состоит из следующих логических пунктов (на примере геодезического производства):

- 1) тиражирование продукта;
- 2) контроля качества;
- 3) передачи материалов заказчику;
- 4) оценки требований рынка.

На всех этапах жизненного цикла продукта могут быть применены технологии CAD, CAM и CAE с соответствующим программным обеспечением.

Технологии BIM

BIM (англ. Building Information Model или Modeling) — *информационная модель (или моделирование) зданий и сооружений*, под которыми в широком смысле понимают любые

объекты инфраструктуры, например инженерные сети (водные, газовые, электрические, канализационные, коммуникационные), дороги, железные дороги, мосты, порты и тоннели и т. д.

Информационное моделирование здания — это подход к возведению, оснащению, эксплуатации и ремонту (а также сносу) здания (к управлению жизненным циклом объекта), который предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми её взаимосвязями и зависимостями, когда здание и всё, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект.

Трёхмерная модель здания, либо другого строительного объекта, связанная с базой данных, в которой каждому элементу модели можно присвоить все необходимые атрибуты. Особенность такого подхода заключается в том, что строительный объект проектируется фактически как единое целое: изменение какого-либо из его параметров влечёт за собой автоматическое изменение связанных с ним параметров и объектов, вплоть до чертежей, визуализаций, спецификаций и календарного графика.

Начало развития *BIM* – технологий получило с 1970-х годов.

Термины «*Информационная модель здания*» и «*Информационное моделирование здания*» (включая аббревиатуру «*BIM*») стали широко использоваться лишь спустя 30 лет. В 2002 году компания Autodesk выпустила информационный документ под названием «*Информационное моделирование зданий*» и вскоре другие поставщики программного обеспечения также начали заявлять о своем участии в этой области. Посредством размещения материалов от Autodesk, Bentley Systems и Graphisoft, а также других отраслевых наблюдателей, в 2003 году Джерри Лайзерин помог популяризировать и стандартизировать термин как общее название для цифрового представления процесса строительства.

Национальный проектный комитет США по стандартам информационного моделирования зданий дает следующее определение:

Информационное моделирование зданий (BIM) - это цифровое представление физических и функциональных характеристик объекта.

BIM - это общий ресурс знаний для получения информации об объекте, который служит надежной основой для принятия решений в течение его жизненного цикла, который определяется как существующий от самой ранней концепции до сноса.

Традиционное проектирование зданий в значительной степени основывалось на двухмерных технических чертежах (планы, фасады, разрезы и т. д.). Информационное моделирование зданий расширяет это за пределы 3D, увеличивая три основных пространственных измерения (ширину, высоту и глубину) с помощью показателя времени в качестве четвертого измерения (4D) и стоимостью в качестве пятого (5D). Совсем недавно стало практиковаться введение шестого измерения (6D), представляющее аспекты окружающей среды и устойчивости зданий, и седьмого измерения (7D) для управления объектами в течение всего срока службы, хотя существуют противоречивые определения для этих измерений. Поэтому BIM-технологии охватывают больше, чем просто геометрию. Он учитывают множество факторов, например, пространственные отношения, анализ освещения, географическую информацию, а также количество и свойства компонентов здания (например, детали производителей).

Для специалистов, вовлеченных в проект, BIM позволяет передавать виртуальную информационную модель от команды разработчиков (архитекторы, ландшафтные архитекторы, геодезисты, инженеры-строители и т.д.) генеральному подрядчику и субподрядчикам, а затем владельцам/операторам; каждый профессионал добавляет данные в единую общую мо-

дель. Это уменьшает потери информации, которые традиционно имели место, когда новая команда становится «владельцем» проекта, и предоставляет более обширную информацию владельцам или другим участникам проекта.

Использование BIM выходит за рамки фазы планирования и проектирования проекта, охватывая весь жизненный цикл здания и поддерживая все процессы, включая управление затратами, управление строительством, управление проектом, эксплуатацию объекта и управление в экологическом строительстве.

Концепция BIM предусматривает виртуальное строительство объекта до его фактического физического строительства, чтобы уменьшить неопределенность, повысить безопасность, решить проблемы, а также моделировать и анализировать потенциальные воздействия различных факторов.

BIM может компенсировать потерю информации, связанную с работой над проектом от проектной группы, строительной команды и владельца / оператора здания, позволяя каждой группе добавлять и ссылаться на всю информацию, которую они получают в течение периода внесения дополнений и правок в модель BIM. Это может принести значительную пользу владельцу/оператору объекта.

Динамическая информация о здании, такая как измерения датчиков и управляющие сигналы от систем здания, также может быть включена в программное обеспечение BIM для поддержки анализа эксплуатации и технического обслуживания здания.

Главное направление развития современных САПР – это развитие объектной технологии (технологий BIM), в соответствии с которой САПР должны не работать с файлами, а обрабатывать объекты.

Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь был издан приказ от 27 октября 2014 г. № 298 «О применении BIM-технологии в проектировании», где были

изложены современные требования при проектировании зданий и сооружений.

Современные требования к качеству и оперативности проектирования для поддержания BIM-технологий в промышленном, гражданском и транспортном строительстве подразумевают применение высокоэффективных технологий на всех стадиях создания проекта. Эти требования определяются следующими ключевыми моментами:

- необходимостью вариантного проектирования с быстрой детальной проработкой, а также с экономической и экологической оценкой;

- организацией сквозной технологии инженерных изысканий и проектирования на основе единого набора данных для всех элементов и разделов проекта. Удовлетворение этих требований достигается на основе цифрового моделирования местности как в системах обработки материалов инженерных изысканий, так и в системах автоматизированного проектирования.

В идеологии BIM этап геодезического обеспечения САПР отсутствует, либо скрыт в этапе «Проектирование». Цифровая модель местности инженерного назначения, является одной из важных составляющих информационной модели объекта и проходит сквозь весь жизненный цикл:

ЦММ либо ее фрагменты лежат в начале жизненного цикла строительного объекта.

ЦММ активно актуализируется на стадии инженерных изысканий.

ЦММ активно преобразовывается в процессе строительства, что должно оперативно фиксироваться исполнительных геодезических съемок.

ЦММ регулярно актуализируется в процессе эксплуатации объекта.

Роль ЦММ различается в зависимости от объекта, участие ЦММ различно, например, для точечного (здание или сооружение), линейного (дорога, продуктопровод), площадного (резерв строительного материала, ландшафтный объект).

Важной задачей инженерно- геодезического обеспечения САПР для поддержания BIM-технологий становится обеспечение адекватности, создаваемой ЦММ физическому состоянию местности, необходимой и достаточной проектировщику для принятия проектных решений при создании ЦМП. Такая адекватность, кроме соблюдения норм инженерно- геодезических работ, выполняемых для создания ЦММ (точность, состав, полнота данных), особо требует:

- обеспечения соответствия цифровой модели рельефа ее топографической реальности;
- пространственного представления в модели подземных и надземных коммуникаций;
- многослойности модели рельефа и ситуации с необходимым распределением данных по иерархически организованным слоям;
- информационной насыщенности объектов модели сведениями, необходимыми для принятия проектных решений и согласований.

Тема № 2. Основы систем автоматизированного проектирования

Темы лекций:

4. [Цели, преимущества, задачи и классификация САПР.](#)

5. Структурные составляющие и специфика информационного обеспечения САПР.

Лекция 4. Цели, преимущества, задачи и классификация САПР.

Под автоматизацией проектирования понимают систематическое применение ЭВМ в процессе проектирования при научно обоснованном распределении функций между проектировщиком и ЭВМ и научно обоснованном выборе методов машинного решения задач.

Цель автоматизации — повысить качество проектирования, снизить материальные затраты на него, сократить сроки проектирования и ликвидировать рост числа инженерно-технических работников, занятых проектированием и конструированием.

Научно обоснованное распределение функций между человеком и ЭВМ подразумевает, что человек должен решать задачи, носящие творческий характер, а ЭВМ — задачи, решение которых поддается алгоритмизации.

Существенным отличием автоматизированного проектирования от неавтоматизированного является возможность замены дорогостоящего и занимающего много времени физического моделирования — математическим моделированием. При этом следует иметь в виду одно важнейшее обстоятельство: при проектировании число вариантов необозримо. Поэтому нельзя ставить задачу создания универсальной САПР, а необходимо решать вопросы проектирования для конкретного семейства машин.

Для создания САПР необходимо:

- совершенствовать проектирование на основе применения математических методов и средств вычислительной техники;

- автоматизировать процессы поиска, обработки и выдачи информации;

- использовать методы оптимального и вариантного проектирования, применять эффективные, отражающие существенные особенности, математические модели проектируемых объектов, комплектующих изделий и материалов;

- создавать банки данных, содержащих систематизированные сведения справочного характера, необходимые для автоматизированного проектирования объектов;

- повышать качество оформления проектной документации;

- повышать творческую долю труда проектировщиков за счет автоматизации нетворческих работ;

- унифицировать и стандартизовать методы проектирования;

- подготавливать и переподготавливать специалистов;

- реализовывать взаимодействие с автоматизированными системами различного уровня и назначения.

Комплекс средств автоматизации проектирования включает методическое, лингвистическое, математическое, программное, техническое, информационное и организационное обеспечение.

Цели создания САПР:

- сокращение трудоёмкости проектирования и планирования;

- сокращение сроков проектирования;
- сокращение себестоимости проектирования и изготовления, уменьшение затрат на эксплуатацию;
- повышение качества и технико-экономического уровня результатов проектирования;
- сокращение затрат на натурное моделирование и испытания.

Преимущества САПР:

- создание системы послойного представления графической информации (чертежей, карт),
- использование программного обеспечения систем автоматизированного проектирования (САПР) для работы с графической информацией и построения карт,
- глобальная интеграция различных видов информации.

Задачи САПР:

- автоматизация оформления документации,
- информационная поддержка и автоматизация процесса принятия решений,
- использование технологий параллельного проектирования,
- унификация проектных решений и процессов проектирования,
- повторное использование проектных решений, данных и наработок,

- стратегическое проектирование,
- замена натуральных испытаний и макетирования математическим моделированием,
- повышение качества управления проектированием.

Классификация САПР.

САПР необходимо рассматривать как неразрывную связку «пользователи – технические средства – ПО проектирования». Руководствуясь этим принципом, основные классификационные характеристики систем разбиты на группы.

Классификация САПР ведется по следующим характеристикам:

1. ***общие характеристики***, определяют взаимодействие САПР как единого целого, - это назначение и способ организации информационных потоков.
2. ***программные характеристики***, разделяют системы по отдельным особенностям программных решений – специализация ПП (программного продукта), организация внутренней структуры, функциональное расширение, обмен информацией, способ создания изменяемых прототипов.
3. ***технические характеристики***, определяют особенности используемых в САПР средств вычислительной техники и периферийного оборудования, его объединения и составу.
4. ***эргономические характеристики***, оценивают эффективность взаимодействия пользователя с программно-техническими средствами САПР.

Раскроем данную классификацию более подробно.

1. ***Общие характеристики (назначение и способ организации информационных потоков):***

По назначению САПР можно классифицировать следующим образом:

- машиностроительные САПР;
- САПР изделий микроэлектроники;
- электротехнические САПР;
- архитектурные САПР – трехмерное проектирование архитектурно-строительных конструкций, расчет специальных конструкций типа крыш, типовые статические расчеты строительных конструкций, ведение баз данных стандартных элементов, планирование территорий под строительство;
- САПР оборудования промышленных установок и сооружений;
- геоинформационные САПР – оцифровка данных полевой съемки, анализ геодезических сетей, построение цифровой модели рельефа, создание в векторной и растровой форме карт и планов, ведение земельного и городского кадастров, электронного картографического архива.

По способу организации информационных потоков различают:

- индивидуальные автоматизированные рабочие места – системы подобного класса создаются на базе отдельных рабочих станций или ПК;
- распределительные одноуровневые системы – системы, объединенные в локальную сеть с несколькими рабочими станциями и/или ПК выполняющими равноправные проектно-конструкторские функции;

- распределенные многоуровневые системы – системы, объединенные в локальную сеть с одной или несколькими рабочими станциями и ПК. На высокопроизводительных рабочих станциях устанавливаются мощные САПР, а на ПК – их сокращенные функциональные аналоги;

- интегрированные многоуровневые системы – системы, предназначенные для проектирования и подготовки производства сложных изделий. Они, как правило, имеют достаточно сложную внутреннюю иерархию информационных потоков; современные высокоуровневые САПР имеют все средства для организации параллельно-агрегатного инжиниринга, позволяющего управлять, как работой отдельных исполнителей, работающих в рамках одного проекта, так и работой целых конструкторских отделов, решающих совершенно разные задачи;

2. Программные характеристики (специализация программных средств, организация внутренней структуры, функциональное расширение, обмен информацией, способы создания изменяемых прототипов.)

Специализация программных средств:

- узкоспециализированные утилиты – предназначены для выполнения локальной функции системы - быстрый просмотр файлов, преобразование форматов файлов из формата;

- специализированные системы – позволяют автоматизировать комплекс задач, связанных с узкой областью проектирования или подготовки производства; в качестве примера можно привести системы компании Кредо Диалог типа Credo dat, Трансформ, CREDO GNSS, Leica LISCAD, LEICA Geo Office и т.д.;

- универсальные системы – позволяющие решать задачи широкого профиля - система AutoCAD разработанная компанией Autodesk;

- комплексные системы – предназначены для решения проблем проектирования и подготовки производства специальных высокосложных изделий.

Организации внутренней структуры САПР:

- нерасширяемые системы – используют стандартный набор взаимосвязанных модулей, реализующий все основные функции системы. Изменение функциональных возможностей системы требует, как правило, модификации исходного программного кода и перекompilляции системы; такой подход, в основном, применялся на первоначальном этапе создания САПР;

- масштабируемые модульные системы – формируемые вокруг базового ядра. Ядро таких систем включает все требуемые базовые средства построения двухмерной и трехмерной графики, средства диалога с пользователем, базу данных графической информации и позволяет компоновать специализированные системы на базе свободно подключаемых модулей, которые учитывают специфику работ пользователя. Большинство современных систем построено именно по этому принципу;

- горизонтально расширяемые системы. Интегрирующим ядром таких систем является диспетчер пользовательской среды, организующий доступ к внешним приложениям и обмен данными с внешними системами; объектно-ориентированная структура данных и стандартизованный их обмен между при-

ложениями позволяют максимально децентрализовать процесс проектирования и упростить подключение специализированных модулей;

Функциональные расширения САПР:

- закрытые системы – не имеют средств индивидуальной настройки и возможности расширения системы пользователем;

- системы с настраиваемой системой интерфейса пользователем – обладают возможностью подстройки системы меню, создания диалоговых окон для формирования среды, удобной пользователю;

- системы с пакетной обработкой команд – имеют возможность выполнения последовательности команд САПР, сформированных в текстовом пакетном файле, созданном внешней программой;

- системы со встроенным макроязыком и библиотекой функций – обладают средствами для записи макрокоманд или создания новых функций пользователя, позволяющих автоматизировать специфические конструкторские операции;

- системы с возможностью подключения внешних модулей – позволяют подключать модули пользователя, написанные на языках высокого уровня типа C++, что значительно увеличивает потенциальные возможности расширения системы;

- инструменты разработчика САПР – дают возможность, используя набор стандартных библиотек функций, создавать свои собственные приложения для САПР или даже собственные САПР; инструменты могут включать как отдельные биб-

лиотеки функций типа для работы с графическими объектами, так и целые интегрированные объектно-ориентированные инструментальные “производства”.

Современные САПР в том или ином виде включают практически весь набор (за исключением инструментов разработчика) средств индивидуальной настройки и возможности расширения систем пользователем.

Обмен информацией между САПР:

- замкнутые системы – сохраняют данные в своем собственном внутреннем формате и не позволяют обмениваться информацией с другими системами;

- системы с текстовыми файлами обмена информацией – сохраняют и считывают информацию об отдельных геометрических примитивах в виде массивов цифр, разделенных пробелами или запятыми;

- системы со стандартными средствами обмена информацией – позволяют сохранять и считывать информацию о моделях изделий в специальном текстовом или двоичном формате, описывающем все объекты; в качестве примера можно привести файл обмена информацией (Data Exchange Format) DXF системы AutoCAD, ставший стандартом для ПК; наиболее распространенными другими стандартами являются STEP, IGES, CADL, AME и некоторые другие.

Способы создания изменяемых прототипов в САПР:

- неизменяемые готовые блоки – вставляются в модель или чертеж в виде готовых элементов, предварительно сохраненных на жестком диске;

- элементы, формируемые во внешних модулях, – создаются специальными программами в виде текстовых пакетных файлов с последовательностью команд построения объекта или стандартных файлов обмена информацией;

- параметрически задаваемые элементы – представляют собой графические объекты, размеры которых связаны между собой в виде взаимозависимых цепочек параметров; изменение какого-либо одного из них или зависимости, определяющей взаимосвязь нескольких параметров, приводит к соответствующему пересчету по всей зависимой цепочке размеров и соответствующему изменению геометрии модифицируемого объекта;

- адаптивно изменяемые элементы – дают возможность несколько более простой корректировки объектов; простым указанием курсора мыши на модифицируемые элементы геометрии объекта можно изменить форму контуров объекта или задать в диалоговом окне новую величину определяющего параметра;

- комбинированные методы – сочетают адаптивную технологию быстрой корректировки свободных размеров и параметрическую технологию изменения взаимозависимых размеров; это основное направление развития современных САПР.

3. *технические характеристики*, определяющие особенности используемых в САПР средств вычислительной техники и периферийного оборудования, его объединения и составу.

По используемым средствам вычислительной техники:

- персональные компьютеры на базе процессоров Intel Pentium;

- рабочие станции на базе разнообразных архитектур (RISC, SPARC, MIPS, PowerPC, Pentium Pro и т.д.) различных производителей (SUN, Silicon Graphics, Digital, Hewlett-Packard, IBM и др.);

- мэйнфреймы (IBM 360/370, ЕС) большой универсальный высокопроизводительный отказоустойчивый сервер.

По способу объединения технических средств:

- автономные рабочие станции;
- многотерминальные ЭВМ;
- одноранговая локальная сеть;
- локальная сеть с выделенным сервером;
- гетерогенная сеть со сложной структурой.

По составу технических средств:

- САПР минимальной конфигурации – монитор 14-15 дюймов, устройства ввода данных и позиционирования курсора (клавиатура, мышь), устройства вывода информации (матричный, струйный или лазерный принтеры формата А4; перьевой или струйный плоттер формата А1), устройства хранения информации (стример для резервного копирования данных);

- технически развитые САПР – один или несколько мониторов от 17 дюймов и выше, устройства ввода данных и позиционирования курсора (клавиатура, мышь); дигитайзер (цифро-

вой планшет) формата А0; сканер формата А1-А0; устройства вывода информации (струйный или лазерный принтер формата А3-А4; плоттер формата А1-А0 (перьевой рулонный, струйный или лазерный)); устройства хранения информации (магнитооптические и перезаписываемые оптические диски, RAID массивы, стримеры).

4. Эргономические характеристики (эффективность взаимодействия пользователя с программно-техническими средствами САПР)

Организация диалога системы с пользователем с использованием:

- командная строка;
- система иерархических меню и диалоговых окон с контекстно-зависимой помощью: в виде текстовых строк или условных пиктограмм;
- объектно-ориентированный интерфейс и мультимедийная система помощи.

Уровень проработки геометрии:

- Двумерные системы.
- Трехмерные системы.
- Трехмерные системы с фотореалистическим отображением (визуализация).

Лекция 5. Структурные составляющие и специфика информационного обеспечения САПР.

САПР — система, объединяющая технические средства, математическое и программное обеспечение, параметры и характеристики которых выбирают с максимальным учетом особенностей задач инженерного проектирования и конструирования. В САПР обеспечивается удобство использования программ за счет применения средств оперативной связи инженера с ЭВМ, специальных проблемно-ориентированных языков и наличия информационно-справочной базы.

Структурными составными составляющими САПР являются подсистемы, обладающие всеми свойствами систем и создаваемые как самостоятельные системы. Это выделенные по некоторым признакам части САПР, обеспечивающие выполнение некоторых законченных проектных задач с получением соответствующих проектных решений и проектных документов.

По назначению подсистемы САПР разделяют на два вида: проектирующие и обслуживающие.

К проектирующим относятся подсистемы, выполняющие проектные процедуры и операции, например:

- подсистема компоновки машины;
- подсистема проектирования сборочных единиц;
- подсистема проектирования деталей;
- подсистема проектирования схемы управления;
- подсистема технологического проектирования.

К обслуживающим относятся подсистемы, предназначенные для поддержания работоспособности проектирующих подсистем, например:

- подсистема графического отображения объектов проектирования;

- подсистема документирования;
- подсистема информационного поиска и др.

В зависимости от отношения к объекту проектирования различают два вида проектирующих подсистем:

- объектно-ориентированные (объектные);
- объектно-независимые (инвариантные).

К объектным подсистемам относят подсистемы, выполняющие одну или несколько проектных процедур или операций, непосредственно зависящих от конкретного объекта проектирования, например:

- подсистема проектирования технологических систем;
- подсистема моделирования динамики, проектируемой конструкции и др.

К инвариантным подсистемам относят подсистемы, выполняющие унифицированные проектные процедуры и операции, например:

- подсистема расчетов деталей машин;
- подсистема расчетов режимов резания;
- подсистема расчета технико-экономических показателей и др.

Структурное единство подсистем САПР обеспечивается строгой регламентацией связей между различными видами обеспечения, объединенных общей для данной подсистемы целевой функцией.

Различают следующие виды обеспечения:

- методическое обеспечение — документы, в которых отражены состав, правила отбора и эксплуатации средств автоматизации проектирования;

- лингвистическое обеспечение — языки проектирования, терминология;

- математическое обеспечение — методы, математические модели, алгоритмы;

- программное обеспечение — документы с текстами программ, программы на машинных носителях и эксплуатационные документы;

- техническое обеспечение — устройства вычислительной и организационной техники, средства передачи данных, измерительные и другие устройства и их сочетания;

- информационное обеспечение — документы, содержащие описание стандартных проектных процедур, типовых проектных решений, типовых элементов, комплектующих изделий, материалов и другие данные;

- организационное обеспечение — положения и инструкции, приказы, штатное расписание и другие документы, регламентирующие организационную структуру подразделений и их взаимодействие с комплексом средств автоматизации проектирования.

Специфика информационного обеспечения САПР

В комплекс средств автоматизированного проектирования входит информационное обеспечение, которое представляет собой совокупность документов, описывающих стандарт-

ные проектные процедуры, типовые проектные решения, типовые элементы и комплектующие изделия, материалы и другие данные, а также файлы и блоки данных на машинных носителях с записью указанных документов.

Главной целью создания информационного обеспечения САПР является разработка информационной системы, позволяющей правильно и быстро решать проектные задачи. Это может быть достигнуто своевременной выдачей источнику запроса полной и достоверной информации для выполнения определенной части проектно-конструкторского процесса.

Основные требования к информационному обеспечению САПР следующие:

- наличие необходимой информации для обеспечения как автоматизированных, так и ручных процессов проектирования;
- возможность хранения и поиска информации, представляющей результат ручных и автоматизированных процессов проектирования;
- достаточный объем хранилищ информации. Структура системы должна допускать возможность наращивания емкости памяти вместе с ростом объема информации, подлежащей хранению. Одновременно необходимо обеспечить компактность хранимой информации и минимальное изнашивание носителей информации;
- достаточное быстродействие системы информационного обеспечения;
- возможность быстрого внесения изменений и корректировки информации, доведения этих изменений до потребителя, а также получение твердой копии документа.

При создании информационного обеспечения САПР основная проблема заключается в преобразовании информации, необходимой для выполнения проектно-конструкторских работ над определенным классом объектов, в форму, приемлемую и наиболее рациональную для машинной обработки, и выводе информации на ЭВМ в виде, удобном для восприятия человеком.

Множество данных, которые потенциально могут использоваться при функционировании САПР или служить запоминаемым результатом ее работы, образуют информационную базу данных (БД) системы. Типовыми группами данных информационного обеспечения автоматизированного проектирования являются классификаторы и таблицы соответствия для них, научно-техническая и расчетно-проектная (оперативная) информация.



Рис. 1. Схема информационного обеспечения САПР

Информационное обеспечение САПР можно представить в виде схемы (рис.1), на которой видно, какое место занимает база данных, и каково взаимодействие информационной системы с проектными модулями. Это взаимодействие осуществляется через специально организуемый интерфейс, который защищает проектные программные модули от влияния

специфики программной реализации информационной системы, поддерживая тем самым независимость проектных операций от вида представления информации в базе данных, В функции этого интерфейса входит также согласование и сопряжение информационной системы и проектных модулей по форматам записей (информационный аспект), по колам и обозначениям данных (содержательный аспект), и по программным средствам, языкам программирования и т. п. (программный аспект).

Информация, используемая при проектировании, может быть разделена на *статическую* и *динамическую*.

Статическая информация характеризуется сравнительно редкими изменениями. К этой информации следует отнести данные ТЗ на проектирование и справочные данные, имеющие большой объем. К статической информации при процессе проектирования в САПР относится и ЦММ.

Динамическая информация состоит из данных, накапливаемых для выполнения определенных операции проектирования (промежуточные данные), и данных, представляющих собой результат проектирования при выполнении данных операций

Тема №3. Геометрическое моделирование в САПР

Темы лекций:

6. [Стандартные графические примитивы. Принципы построения в системах графического моделирования.](#)
7. [Форматы графических файлов. Обмен графической информацией.](#)

Лекция 6. Стандартные графические примитивы. Принципы построения в системах графического моделирования.

Стандартизация в машинной графике направлена на обеспечение мобильности и переносимости прикладных программ, унификацию взаимодействия с графическим устройствами и обеспечение возможности обмена графической информацией между различными подсистемами. Использование стандартов позволяет сократить сроки разработки графических систем и увеличить их жизненный цикл. Сегодня в практике использования средств МГ применяется большое количество стандартов, различающихся по назначению и функциональным возможностям. Они имеют разную степень официальности - от фактических до международных стандартов.

Отправной точкой в работах по стандартизации графических средств следует считать 1976 год. Графическими стандартами занимаются в различных национальных и международных организациях по стандартизации, связанных с использованием компьютеров: ISO, ANSI, NBS, DIN, ANFOR, ECMA и др. Кроме того, большое влияние на стандартизацию оказывают крупнейшие фирмы производители аппаратуры и программного обеспечения. С 1987 года деятельность по графическим стандартам возглавляет и координирует 24-й подкомитет первого объединенного технического комитета - ISO/IEC JTC1/SC24.

Эволюция графических стандартов естественно отражает процесс развития средств МГ - от векторной графики до систем виртуальной реальности.

В основе разработки графических стандартов лежит принцип виртуальных ресурсов, позволяющий разделить графическую систему на несколько слоев - прикладной, базисный и аппаратно-зависимый. При этом каждый слой является виртуальным ресурсом для верхних слоев и может использовать возможности нижних слоев с помощью стандартизованных

программных интерфейсов. Кроме того, графические системы могут обмениваться информацией с другими системами или подсистемами с помощью стандартизованных файлов или протоколов.

В соответствии с этими соображениями первоначально были выделены три основных направления стандартизации - базисные графические системы, интерфейсы виртуального устройства, форматы обмена графическими данными.

Стандартизация базисных графических систем направлена на обеспечение мобильности прикладных программ и основана на концепции ядра, содержащего универсальный набор графических функций, общих для большинства применений. Наиболее известными проектами по стандартизации базисных систем являются Core System, GKS, GKS-3D, PHIGS, PHIGS+. Основное направление развития этих проектов заключалось в усилении изобразительных возможностей для визуализации геометрических объектов (2D, 3D, основные графические примитивы, удаление скрытых линий и граней и пр.). Стандарт на базисную графическую систему включает в себя функциональное описание и спецификации графических функций для различных языков программирования.

Концепция виртуального устройства начала разрабатываться с момента появления аппаратно-независимых графических систем. Интерфейс виртуального устройства разделяет аппаратно-зависимую и аппаратно-независимую части графической системы. Он обеспечивает заменяемость графических устройств (терминальную независимость), а также возможность работы с несколькими устройствами одновременно. Интерфейс виртуального устройства может существовать в форме программного интерфейса и/или протокола взаимодействия двух частей графической системы. Наиболее четко концепция виртуального устройства представлена в проекте CGI.

Развитие этой концепции совпало с активным перемещением графических средств на персональные компьютеры и графические станции.

Для обмена графической информацией между различными подсистемами, которые в общем случае могут быть реализованы не только в различной программной среде, но и на различных аппаратных средствах используют стандартизованные файлы или протоколы. При этом важно правильно выбрать формат записи данных, который, с одной стороны, должен обеспечивать минимальный размер файлов, а с другой — сохранение точности графической модели продукта.

Для записи и обмена графической информацией используются два принципиально различных способа — растровый и векторный. Первый способ применяется при обработке изображений, полученных при помощи сканера, а также при редактировании фотоизображений; второй — в системах автоматизированного проектирования.

Появление GKS стандарта, в качестве первого международного стандарта, оказало существенное влияние на развитие машинной графики и ее применение в САПР.

GKS - стандарт ISO на базисную графическую систему. Впервые опубликован в 1982 году. Принят в качестве международного стандарта в 1985 году. Разработаны спецификации GKS для языков C, Fortran, Pascal, Ada. В соответствии или с учетом стандарта GKS разработано большое количество графических систем.

В соответствии с международным графическим стандартом GKS дадим определение графическому примитиву.

Графический примитив - базовый элемент который может быть использован для построения изображения.

Изображение – совокупность графических объектов, одновременно выведенных на поверхность визуализации.

Возможность ввода данных в GKS – стандарте определяется как связь с одним из пяти допустимых логических устройств ввода:

- локатор выдает положение в глобальной системе координат;
- значение выдает значение числа;
- выбор выдает целое число, определяющее возможные варианты ответа;
- указание выдает имя сегмента и идентификатор примитива;
- строка обеспечивает ввод строки символов.

Ввод может происходить в одном из трех режимов: *запрос, опрос, событие*.

Первый – *запрос*, аналогичен операции чтения обычных языков программирования: система ожидает, пока не произошло событие ввода, после чего передает в программу соответствующее значение. При этом в любой момент допустимо наличие только одного запроса на ввод.

Второй – *опрос*, применяется для ввода от таких устройств, у которых на выходе постоянно существует какое-либо значение (например, положение указателя мыши).

А третий – *событие*, используется для ввода от устройств, инициирующих прерывания. Эти прерывания записываются в очереди и обрабатываются в соответствии с принятой дисциплиной обслуживания.

В соответствии с международным графическим стандартом GKS любое изображение должно строиться из типовых базовых элементов – *примитивов вывода*.

В GKS определено шесть основных примитивов вывода: полимаркер, полилиния, текст, заполнение области, массив пикселей, обобщенный примитив вывода (рис. 2).

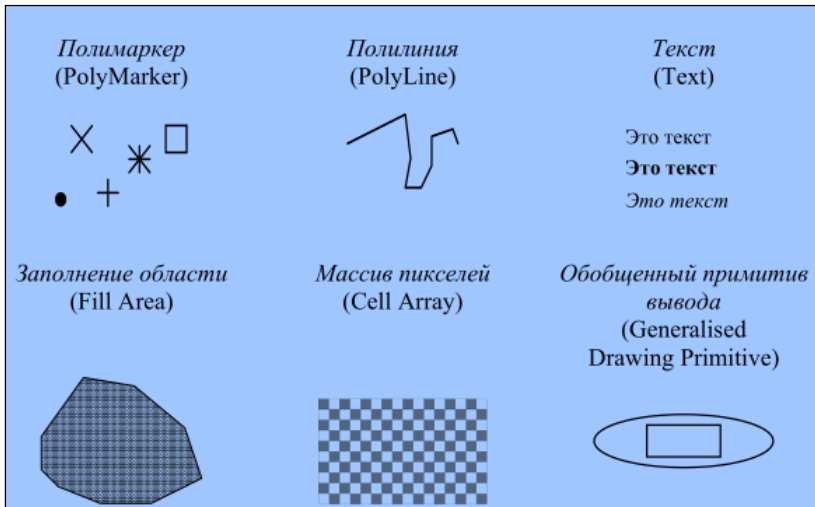


Рис. 2. Основные графические примитивы вывода GKS

Полимаркер используется для указания характерных точек на экране, которые отображаются в виде ярких точек, крестов, квадратов и т. д.

Полилиния представляет собой набор отрезков прямых (ломаную), соединяющих заданную последовательность точек.

Текст – это строка символов, располагающаяся в указанной позиции.

Заполнение области представляет собой многоугольник, заполненный штриховкой, узором или фоновой окраской.

Массив пикселей позволяет задать цвет индивидуально для каждой точки некоторой области (пикселя).

И наконец, *обобщенный примитив вывода* представляет собой стандартное средство определения более сложных элементов (прямоугольник, эллипс и т. д.), вид и количество которых зависят от специфики конкретных графических пакетов.

С каждым из примитивов в GKS связан набор параметров – атрибутов, определяющих его геометрические и каче-

ственные свойства. Для основных примитивов вывода используются следующие атрибуты:

- *полимаркер* (тип маркера, его цвет и масштаб);
- *полилиния* (тип, цвет и толщина линии);
- *текст* (тип шрифта, размеры, цвет и ориентация символов);
- *заполнение области* (вид штриховки, цвет);
- *массив пикселей* (цвет пикселей).

Также GKS стандарт позволяет разделить изображение на отдельные сегменты, которые могут обрабатываться и отображаться независимо друг от друга. Предусмотрены также средства для включения одного сегмента в другой.

Как было сказано выше, существует два типа графического представления: векторные и растровые, которые определяются типами технических графических устройств. В векторных устройствах изображение интерпретируется последовательным нанесением (рисованием) примитивов, а закрашивание производится штриховкой. В растровых устройствах изображение - совокупность пикселей, каждый из которых может находиться в различных состояниях (по цвету и по яркости).

В случае векторного представления изображение естественным образом строится в виде дерева и такая структура находит отражение в структурах баз данных или в структуре графической программы.

Элементом (символом) является самостоятельно идентифицируемая часть изображения.

Перечисленные примитивы *характеризуются статусом*, определяющим круг действий над примитивом. Различают *статистические и динамические примитивы*. Динамические примитивы находятся в движении, а статические в покое.

В растровой графике основной примитив - пиксель (pixel). Группа примыкающих друг к другу связанных пикселей называется областью. Область можно определять двумя

способами: присвоением одинаковых значений всем пикселям, принадлежащих области или одинаковым определением пикселей, окружающих область. Соответственно различают области: *внутренне- определенные или гранично- определенные.*

Определение областей происходит двумя способами:

- 1) присвоение одинаковых значений всем пикселям, принадлежащие областям - внутренне определенные область;
- 2) присвоение одинаковых значений всем пикселям, не принадлежащие области – гранично-определённая область.

При создании графической модели объекта и его изображения, в соответствии с стандартом GKS, используются *три типа систем координат:*

- глобальная;
- нормализованная приборная;
- собственно- приборная.

Принципы построения в системах графического моделирования.

Графические системы класса 2d

Традиционный способ плоского геометрического моделирования состоял в применении линейки, циркуля и транспортира на чертежной доске. Появление ЭВМ стало благоприятной предпосылкой для развития машинной графики, которая объединила в себе геометрическое моделирование и вычислительную геометрию.

Геометрическое моделирование – совокупность операций и процедур, включающих формирование *геометрической модели* объекта и ее преобразования с целью получения желаемого изображения объекта и определения его *геометрических* свойств.

Геометрическая модель – это машинное представление его формы, размеров и взаимного расположения компонентов.

Вычислительная геометрия — раздел информатики, в котором рассматриваются алгоритмы для решения геометриче-

ских задач. В ней рассматриваются такие задачи как триангуляция, построение выпуклой оболочки, определение принадлежности одного объекта другому и т.д.

Параллельно с векторным описанием геометрической информации развивались и дискретные формы представления объектов, так же называемые растрами. Отсюда пришло понятие «растровая графика».

К началу 80-х математический аппарат плоского геометрического моделирования (*2d*) был уже достаточно хорошо сформирован для того, чтобы обеспечить бурное развитие плоских CAD-систем.

В соответствии или с учетом стандарта GKS разработано большое количество графических систем, которые обладают стандартными функциями для *2d* моделирования:

- Функции управления обеспечили работу с несколькими логическими рабочими станциями ввода/вывода. Одной из категорий рабочих станций является метафайл. Поддерживается таблица состояния системы, а также таблицы конфигурации и состояния рабочих станций. Имеется более 100 функций опроса возможностей и текущего состояния системы.
- Функции вывода поддерживают шесть примитивов - ломаная линия, набор маркеров, заполненная область, текст, массив ячеек и обобщенный графический примитив. Более 30 функций управления атрибутами (линий, маркеров, заполнения и текста) обеспечивают индивидуальное изменение атрибутов и объединение их в группы, связанные с рабочими станциями. Преобразование координат двухступенчатое - нормализация и преобразование рабочей станции.
- Поддерживается сегментация. Атрибуты сегментов - видимость, визуализация, приоритет, преобразование. Сегменты могут копироваться на рабочую станцию, удаляться, включаться в другие сегменты.

- Растровые функции отсутствуют. Используемая цветовая модель - индексированная таблица RGB (Red-Green-Blue).
- Функции ввода поддерживают логические устройства ввода координат, линий, чисел, текстовых строк, а также устройства выбора и указания. Устройства ввода могут работать в режимах запроса, опроса и обработки событий.

При использовании графических систем, в процессе проектирования, инженеры сразу же оценили такие преимущества, как автоматизация построения геометрических элементов, копирование фрагментов, простота редактирования геометрической и текстовой информации, автоматическая штриховка и нанесение размеров, точность и качество документации, в том числе её автоматическое формирование, компактность хранения и др.

Существует два подхода к плоскому моделированию, которые получили развитие в САД-системах: первый условно можно назвать *чертежным*, второй - *твердотельным*.

В *чертежном способе* основными инструментами являются отрезки, дуги, полилинии и кривые.

В *твердотельном способе* основными инструментами являются замкнутые контуры, а остальные элементы играют вспомогательную или оформительскую роль.

Современные САД-системы, как правило, используют оба этих способа одновременно.

Двухмерные графические системы широко применяются при автоматизации чертежных работ. Чертежи любой сложности строятся из *базовых графических элементов*: точек, прямых, окружностей и других кривых. Каждый из этих элементов задается *группой характерных точек*, координаты которых могут определяться в абсолютной системе координат или относительно предыдущей введенной точки. При этом используют *несколько способов* задания точек:

- указанием на экране с помощью мыши;

- введением чисел с клавиатуры;
- “привязкой” к некоторому элементу чертежа, в окрестности которого располагается указатель.

Первый способ используют в основном для создания эскизов, а *второй и третий* – для построения точных изображений. Особенно удобным является третий способ, который позволяет “захватить” ближайший к курсору уже построенный элемент и ввести точные координаты конца или середины отрезка, центра окружности, точки пересечения прямых и т. д.

В средствах двумерной графики обычно имеется несколько способов построения одного и того же элемента. Например, отрезок можно построить по двум точкам либо по начальной точке, длине и углу наклона, а окружность – по центру и радиусу, по трем точкам, по двум точкам и радиусу и т. д. Кроме того, в таких системах имеется ряд средств, автоматизирующих процесс черчения.

Рассмотрим их подробнее:

Автоматическая штриховка и закрашка. Для получения штриховки надо ввести угол и шаг штриховки, а затем указать мышью на внутреннюю часть области, которую надо заштриховать. Аналогично выполняется и закрашка (рис. 3).

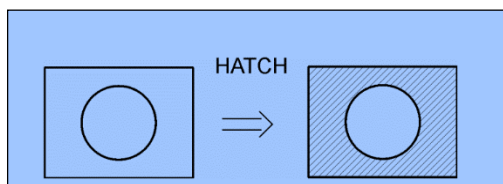


Рис. 3. Автоматическая штриховка

Автоматическая простановка размеров. Для простановки размера необходимо указать образмериваемые элементы и точку уровня размерной линии. После этого система автома-

тически вычислит числовое значение размера, выведет его на экране и нарисует выносные и размерные линии (рис. 4).

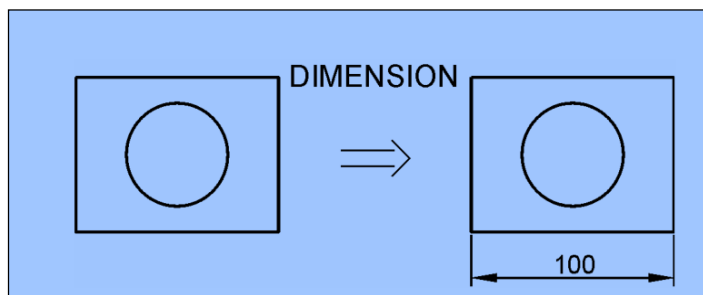


Рис. 4. Автоматическая простановка размеров

На любом этапе выполнения компьютерного чертежа можно удалить и модифицировать графические элементы изображения. Обычно двумерные САПР позволяют выполнять следующие операции редактирования.

Вспомогательная сетка. Для получения изображения с регулярной структурой удобно использовать сетку, которая не является частью чертежа и предназначена для визуальной координации. В результате можно легко ввести точки с заданным шагом. На печать изображение сетки не выводится (рис. 5).

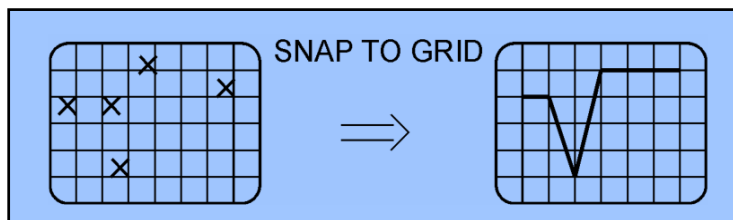


Рис. 5. Привязка к узлам сетки

Создание сплайнов. В большинстве двумерных пакетов имеются средства для автоматической генерации гладких кривых (сплайнов), проходящих через заданные точки. Такие процедуры очень удобны при создании нестандартных геометрических форм и позволяют дополнить автоматизированное черчение элементами автоматизированного проектирования (рис.6).

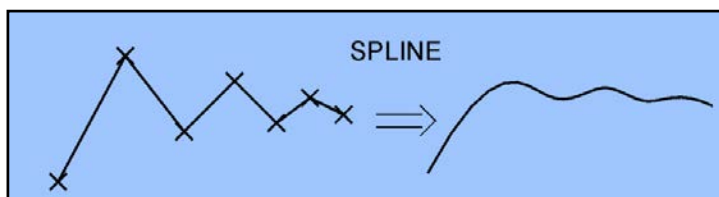


Рис. 6. Построение сплайна

Увеличение и панорамирование. Средства увеличения позволяют увеличить или уменьшить любую область чертежа для более детального просмотра или редактирования (рис. 7).

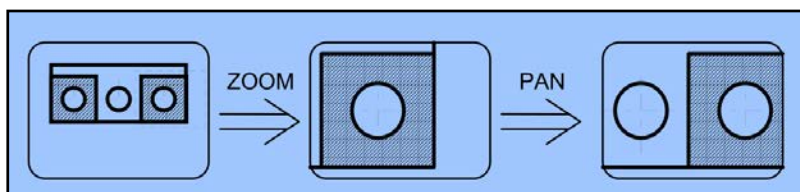


Рис.7. Увеличение и панорамирование

Копирование, поворот и перенос. Любой элемент изображения или группу элементов можно скопировать, переместить и/или повернуть. Для двумерного поворота достаточно задать положение центра вращения и угол поворота. При переносе обычно вводятся две точки, определяющие вектор смеще-

ния. Перенос и поворот, а также копирование широко применяются при вставке в чертёж стандартных элементов, вызываемых из стандартных библиотек (рис. 8).

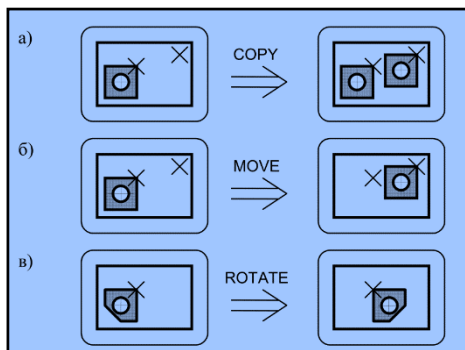


Рис. 8. Копирование (а), параллельный перенос (б) и поворот (в)

Преобразования. Кроме поворота и переноса многие графические пакеты имеют и более сложные средства манипулирования изображением: зеркальное отражение и пошаговое размножение. Можно также провести масштабирование изображения (рис.9.). Выбор элементов и объединение их в группы.

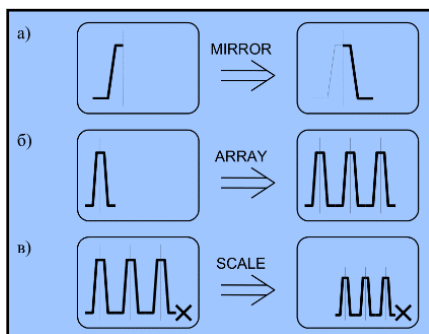


Рис.9. Зеркальное отражение (а), размножение (б) и масштабирование (в)

В большинстве графических пакетов операции редактирования могут выполняться как над отдельным элементом, так и над группой элементов. Иногда удобнее объединить выбранные элементы в группы (блоки). В результате получается составной графический элемент, который при редактировании рассматривается как единое целое. В группы можно объединять и составные элементы, образуя многоуровневые иерархические структуры. При необходимости можно выполнить и обратную операцию – разделить составной элемент на отдельные составляющие.

Расслоение. Во многих двухмерных САПР реализован принцип «расслоения», позволяющий разделить чертеж на несколько частей, наложенных друг на друга. С точки зрения традиционного черчения, это эквивалентно созданию нескольких чертежей, каждый из которых выполнен на прозрачной пластине. Причем можно рассматривать каждую пластину по отдельности либо, складывая их, получать совместное изображение. При создании цифрой модели ситуации, например, можно разместить отдельно по слоям - подземные коммуникации, строения, растительность и т.д.

Графические системы класса 3d

3D моделирование, в отличие от плоского метода, однозначно определяет геометрию всей спроектированной поверхности. Очевидно, что работа в пространстве требует несколько иных навыков, нежели традиционное черчение, но это совсем не означает, что для получения поверхности требуется рассчитывать и ввести в компьютер координаты каждой её точки.

С 3 D модели может быть получена не только информация о координатах любой точки на поверхности, но и другие локальные характеристики (нормали, кривизны и т.д.) и интегральные характеристики (объем, площади и т.д.). На основе 3 D модели всегда можно получить плоские модели: виды, сечения и разрезы.

В трехмерных системах используются точки с тремя координатами, что позволяет автоматически устанавливать проекционные связи. Так, в этом случае куб описывается восемью трехмерными точками XYZ, по которым находятся проекции XY, YZ и XZ. При использовании таких систем обычно начинают с построения трехмерного изображения, а двумерные виды формируются на последнем этапе, при выводе чертежей. А в некоторых случаях двумерные чертежи полностью заменяются трехмерной компьютерной моделью, по которой генерируются программы для станков с ЧПУ.

Системы трехмерного моделирования широко применяются в интегрированных CAD/CAM. Они часто дополняются средствами автоматического анализа различных характеристик (разрезы, профили, объемы земляных работ.).

Методы трехмерного моделирования, используемые в САПР, делятся на *три группы: каркасное, поверхностное и твердотельное (сплошное) моделирование* (рис.10)

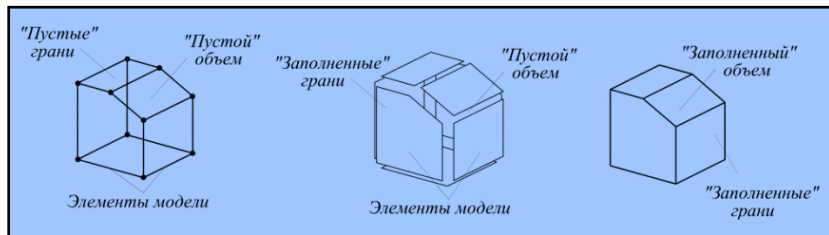


Рис.10. Геометрические модели трехмерных объектов:– каркасная (Wire-frame); б – поверхностная (Surface); в – твердотельная (Solid)

Каркасное моделирование (рис.10, а). Модель каркасного типа полностью описывается с помощью точек и линий. Ее главным достоинством являются простота и невысокие требования к компьютерной памяти, а недостатки связаны с отсутствием информации о гранях, заключенных между линиями, и

с невозможностью различить внешнюю (незаполненную) и внутреннюю (заполненную) области.

Поверхностное моделирование (рис.10, б). Модель поверхностного типа задается с помощью точек, линий и поверхностей. В отличие от каркасной модели она обеспечивает:

- точное представление криволинейных граней;
- автоматическое распознавание граней и их закраску;
- автоматическое удаление невидимых линий;
- распознавание особых линий на гранях (отверстий и т. д.);
- обнаружение столкновений между объектами.

Метод поверхностного моделирования наиболее эффективен при проектировании и сложных криволинейных поверхностей.

В современных трехмерных системах широко используются составные поверхности, составленные из криволинейных четырехугольников, ограниченных гладкими кривыми. Внутренняя область каждого такого участка определяется путем интерполяции. При изображении составных поверхностей на экране создается сетка, натянутая на многогранный каркас.

На базе методов поверхностного моделирования построен ряд мощных графических систем, широко применяемых в настоящее время.

Трехмерное изображение поверхности рельефа обычно представлено в виде проволочных диаграмм, при этом используются различные типы проекции, при этом изображение можно поворачивать и наклонять, используя простой графический интерфейс (рис.11).

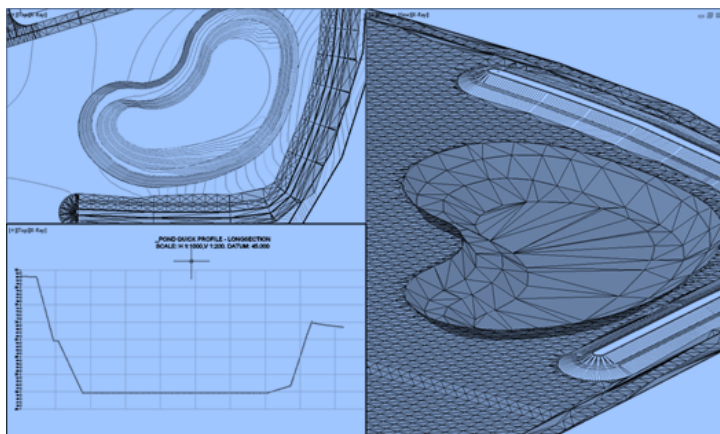


Рис.11. Моделирование поверхности рельефа

Твердотельное моделирование (рис.10, в). Модель твердотельного типа описывает трехмерный объем, который занимает рассматриваемое физическое тело. Внутреннее представление твердотельной геометрической модели выражается его границами (например, гранями, ребрами и вершинами). В этом случае используются данные трех типов:

- геометрические (например, координаты вершин, описанные аналитически, ребра и поверхности, описанные уравнениями);
- топологические, позволяющие с помощью понятий "внутри / вне" определить топологию объекта; вспомогательные – например, цвет, степень прозрачности.

Лекция 7. Методы хранения данных. Форматы графических файлов. Обмен графической информацией.

Потребности на хранение информации, созданной с помощью графических систем, ориентированы на выбор и модификацию постоянно существующей информации. Основными

методами хранения являются файловые системы и базы данных.

Файловые системы.

С точки зрения прикладной программы файл - это именованная область внешней памяти, в которую можно записывать и из которой можно считывать данные. Правила именования файлов, способ доступа к данным, хранящимся в файле, и структура этих данных зависят от конкретной системы управления файлами и от типа файла. Система управления файлами берет на себя распределение внешней памяти, отображение имен файлов в соответствующие адреса во внешней памяти и обеспечение доступа к данным.

Практически во всех современных компьютерах основными устройствами внешней памяти являются магнитные диски и именно они служат для хранения файлов.

Распространены два основных подхода. При первом подходе, файл представляется как последовательность записей. Каждая запись - это последовательность байтов постоянного или переменного размера. Записи можно читать или записывать последовательно, или позиционировать файл на запись с указанным номером.

Второй подход, состоит в том, что любой файл представляется как последовательность байтов. Из файла можно прочесть указанное число байтов либо начиная с его начала, либо предварительно произведя его позиционирование на байт с указанным номером. Аналогично, можно записать указанное число байтов в конец файла, либо предварительно произведя позиционирование файла.

Для обоих подходов можно обеспечить набор преобразующих функций, приводящих представление файла к некоторому другому виду.

Поскольку файловые системы являются общим хранилищем файлов, принадлежащих разным пользователям, систе-

мы управления файлами должны обеспечивать авторизацию доступа к файлам.

Историческим шагом явился переход к использованию централизованных систем управления файлами. В общем виде подход состоит в том, что по отношению к каждому зарегистрированному пользователю данной вычислительной системы для каждого существующего файла указываются действия, которые разрешены или запрещены данному пользователю.

Базы данных.

Файловые системы не отвечали требованиям информационных систем, поэтому произошло дальнейшее развитие методов хранения данных.

Стали создаваться более связанные и структурированные массивы данных, которые получили название Баз Данных (БД).

База данных — это упорядоченная совокупность данных, предназначенных для хранения, накопления и обработки с помощью ЭВМ. Для создания и ведения базы данных (обновления, обеспечения доступа к информации по запросам и выдаче ее пользователю) используют набор языковых и программных средств СУБД.

Понятие согласованности данных является ключевым понятием баз данных. Фактически, если информационная система поддерживает согласованное хранение информации в нескольких файлах, можно говорить о том, что она поддерживает базу данных.

Если же некоторая вспомогательная система управления данными позволяет работать с несколькими файлами, обеспечивая их согласованность, можно назвать ее системой управления базами данных (СУБД).

СУБД решают множество проблем, которые затруднительно или вообще невозможно решить при использовании файловых систем.

СУБД имеют более чем тридцатилетнюю историю развития с сохранением преемственности и устойчивых традиций. В основе программ такого рода лежит концепция модели данных, то есть некоторой абстракции представления данных. В большинстве случаев предполагается, что данные представлены в виде файлов, состоящих из записей. Структура всех записей в файлах одинакова, а количество записей в файле является переменным. СУБД является адекватным средством во всех случаях, когда исходную информацию можно представить в виде таблицы постоянной структуры, но неопределенной длины или в виде картотеки, содержащей неопределенное количество карточек постоянной структуры.

Все СУБД поддерживают в той или иной форме четыре основных операции:

- добавление в базу данных одной или нескольких записей;
- удаление из базы данных одной или нескольких записей;
- поиск в базе данных одной или нескольких записей, удовлетворяющих заданному условию;
- обновление в базе данных значений некоторых полей.

Большинство СУБД поддерживают, кроме того, механизм связей между различными файлами, входящих в базу. Например, связь может установиться явным образом, когда значением некоторых полей является ссылка на другой файл, такие СУБД называются сетевыми, или же связь может установиться неявным образом, например, по совпадению значений полей в различных файлах. Такие СУБД называются реляционными.

По сравнению с электронными таблицами СУБД имеют три принципиальных преимущества:

1. СУБД разрабатываются с целью обеспечения эффективной обработки больших объемов информации,

намного больших, чем те, с которыми справляются электронные таблицы.

2. СУБД может легко связывать две таблицы так, что для пользователя они будут представляться одной таблицей. Реализовать такую возможность в электронных таблицах практически невозможно.

3. СУБД минимизируют общий объём базы данных. Для этого таблицы, содержащие повторяющиеся данные, разбиваются на несколько связанных таблиц.

Основными функциями СУБД считают следующие: непосредственное управление данными во внешней памяти, управление буферами оперативной памяти, управление транзакциями, журнализация, поддержка языков БД.

Непосредственное управление данными во внешней памяти.

Эта функция включает обеспечение необходимых структур внешней памяти как для хранения данных, непосредственно входящих в БД, так и для служебных целей, например, для убыстрения доступа к данным в некоторых случаях.

Управление буферами оперативной памяти. СУБД обычно работают с БД значительного размера. Этот размер обычно существенно больше доступного объема оперативной памяти. Если при обращении к любому элементу данных будет производиться обмен с внешней памятью, то вся система будет работать со скоростью устройства внешней памяти.

Управление транзакциями. Транзакция - это последовательность операций над БД, рассматриваемых СУБД как единое целое. Либо транзакция успешно выполняется, и СУБД фиксирует изменения БД, произведенные этой транзакцией, во внешней памяти, либо ни одно из этих изменений никак не отражается на состоянии БД. Понятие транзакции необходимо для поддержания логической целостности БД.

Поддержание механизма транзакций является обязательным условием однопользовательских и многопользовательских СУБД.

Журнализация. Одним из основных требований к СУБД является надежность хранения данных во внешней памяти. Под надежностью хранения понимается то, что СУБД должна быть в состоянии восстановить последнее согласованное состояние БД после любого аппаратного или программного сбоя. Обычно рассматриваются два возможных вида аппаратных сбоев: так называемые мягкие сбои, которые можно трактовать как внезапную остановку работы компьютера (например, аварийное выключение питания), и жесткие сбои, характеризующиеся потерей информации на носителях внешней памяти. Примерами программных сбоев могут быть: аварийное завершение работы СУБД (по причине ошибки в программе или в результате некоторого аппаратного сбоя) или аварийное завершение пользовательской программы, в результате чего некоторая транзакция остается незавершенной. Первую ситуацию можно рассматривать как особый вид мягкого аппаратного сбоя; при возникновении последней требуется ликвидировать последствия только одной транзакции.

В любом случае для восстановления БД нужно располагать некоторой дополнительной информацией. Поддержание надежности хранения данных в БД требует избыточности хранения данных, причем та часть данных, которая используется для восстановления, должна храниться особо надежно. Наиболее распространенным методом поддержания такой избыточной информации является ведение журнала изменений БД.

Журнал - это особая часть БД, недоступная пользователям, в которую поступают записи обо всех изменениях основной части БД.

Самая простая ситуация восстановления - индивидуальный откат транзакции. Строго говоря, для этого не требуется общесистемный журнал изменений БД. Достаточно для каждой

транзакции поддерживать локальный журнал операций модификации БД, выполненных в этой транзакции, и производить откат транзакции путем выполнения обратных операций, следуя от конца локального журнала. Для восстановления БД после жесткого сбоя используют журнал и архивную копию БД. Грубо говоря, архивная копия - это полная копия БД к моменту начала заполнения журнала (имеется много вариантов более гибкой трактовки смысла архивной копии). Конечно, для нормального восстановления БД после жесткого сбоя необходимо, чтобы журнал не пропал. Как уже отмечалось, к сохранности журнала во внешней памяти в СУБД предъявляются особо повышенные требования. Тогда восстановление БД состоит в том, что исходя из архивной копии по журналу воспроизводится работа всех транзакций, которые закончились к моменту сбоя. В принципе, можно даже воспроизвести работу незавершенных транзакций и продолжить их работу после завершения восстановления. Однако в реальных системах это обычно не делается, поскольку процесс восстановления после жесткого сбоя является достаточно длительным.

Метаданные.

Современная концепция формирования цифровых картографических планов заключается в создании цифровых моделей местности, где информация об объектах является метаданными.

Цифровая форма представления геопространственной информации позволяет представлять положение объектов в географических координатах непосредственно на поверхности относимости. Это снимает необходимость в использовании какой-либо картографической проекции и не вносит погрешности за изображение.

Вследствие этого, отпадает понятие масштаба как меры трансформации цифровой модели местности. Отпадают и ограничения, которые масштаб бумажных планов накладывал на полноту состава изображаемых объектов. В цифровую базу

данных можно вносить информацию о неограниченном числе любых объектов.

При этом цифровая модель представляет собой точное воспроизведение относительно геоида, что не требует никакой разграфки (нарезки на отдельные листы). Заодно открывается возможность оперировать (обновлять, уточнять, строить производные модели) с площадями любой конфигурации, с любыми группами объектов или с отдельными объектами.

Наконец, цифровая форма представления отмечает любые ограничения (в том числе и освященные многовековым опытом традиционной картографии) на состав описываемых объектов. Сведения о них могут получаться из самых разных источников и с самой различной точностью. Последнее реализуется с помощью развитой системы метаданных, сопровождающих каждый отдельный объект, каждую характеристику

В случае геоинформационных систем, метаданные существенно упрощают управление, создание запросов, полноценное использование и понимание данных. Генерирование, хранение и управление метаданными помогают в поддержке использования огромных объемов информации, доступных в наши дни в любой электронной форме.

Форматы графических файлов.

При выполнении проектных работ часто возникает необходимость обмениваться графической информацией (файлами) между различными системами, которые в общем случае могут быть реализованы не только в различной программной среде, но и на различных аппаратных средствах. При этом важно правильно выбрать формат записи данных, который, с одной стороны, должен обеспечивать минимальный размер файлов, а с другой – сохранение точности графической модели изделия. Поэтому рассмотрим подробнее вопросы кодирования графической информации или, сокращенно, графические форматы.

Первым стандартом по представлению графических геометрических данных был стандарт *GKS (Graphical Kernel System)*.

Знание файловых форматов графических и геометрических файлов для обмена соответствующей информацией, а также их возможностей являются ключевыми факторами в компьютерной графике. Каждый из используемых сегодня форматов прошел естественный отбор, доказал свою жизнеспособность и полезность. Все существующие форматы имеют свои характерные особенности и возможности, что делает их незаменимыми в работе.

Как мы уже отмечали, что по способу представления в компьютере, все графические данные можно подразделить на два больших класса: растровые и векторные данные. Этим данным соответствуют и свои форматы файлов для хранения и обмена.

Растровый формат применяется при обработке изображений, полученных с помощью сканера, а также при редактировании фото - изображений. Векторный – в основном, в системах автоматизированного проектирования.

Растровый формат представляет собой прямоугольную матрицу (bitmap), разделенную на пиксели. Растровый формат описывает изображение как совокупность точек, число которых определяется разрешением, измеряемым в специальных единицах – dpi или dps (число точек на 1 дюйм или на 1 см соответственно). Различают два типа растровых файлов: предназначенные для вывода на экран и для печати. Разрешение файлов таких растровых форматов, как GIF, JPEG, BMP, зависит от видеосистемы компьютера. Растровые форматы, предназначенные исключительно для вывода на экран, имеют только экранное разрешение, т. е. один пиксел в файле соответствует одному экранному пикселу. На печать они выводятся с экранным разрешением.

Растровые файлы, предназначенные для допечатной подготовки изданий, имеют подобно большинству векторных форматов параметр Print Size — размер для вывода на печать. С ним связано понятие печатного разрешения, которое представляет собой соотношение количества пикселей на один квадратный дюйм страницы (ppi, pixels per inch или dpi — dots per inch). Печатное разрешение бывает от 130 (газеты) до 300 dpi (высококачественная печать). Так же растровые форматы отличаются друг от друга способностью нести различную дополнительную информацию.

Основной недостаток растрового формата – большой объем графического файла. В растровых графических пакетах используются различные алгоритмы сжатия, что затрудняет преобразование растрового формата и создает множество проблем для пользователей.

Векторный формат описывает изображение как совокупность простейших элементов (линия, ломаная, кривая Бэзье, эллипс, прямоугольник и т. д.), для каждого из которых задаются соответствующие атрибуты: координаты вершин или других характерных точек, толщина и цвет контурной линии, тип и цвет заливки и т. д. Кроме того, задается расположение элементов относительно друг друга (какой из них расположен сверху, а какой – снизу).

Главное достоинство векторных файлов по сравнению с растровыми – меньший размер и удобство редактирования, но при их выводе на экран производится множество математических операций. Поэтому скорость вывода векторных изображений обычно меньше, чем растровых, хотя этот недостаток довольно эффективно устраняется при помощи специальных процессоров –графических ускорителей.

Кроме того, большинство векторных форматов могут также содержать внедренные в файл растровые объекты или ссылку на соответствующий растровый файл (технология OPI). Векторные форматы часто называют форматами представления

геометрических данных. В целом эти форматы можно подразделить на две основные группы:

- международные стандартные форматы ISO;
- промышленные стандартные форматы.

Существует целый ряд программ, переводящих графические данные из векторного формата в растровый. Но обратная задача (перевод растровых изображений в векторные) является довольно сложной и решается только в наиболее совершенных графических пакетах. Не менее сложные проблемы возникают и при преобразованиях одного векторного формата в другой, так как многие графические пакеты используют уникальные атематические модели для элементов изображения. В настоящее время применяют несколько десятков форматов представления графических данных. Наиболее распространенные из них представлены в таблице 3.

Таблица 3

Тип	Название	Описание
BMP	Вуtemap	Реализует растровый способ представления графических данных и поддерживается практически любым Windows-приложением. Его главная особенность – независимость от типа адаптера и монитора при кодировании цвета. Для сжатия данных используется алгоритм RLE (Run-Length Encoded), но размер файлов довольно большой.
CGM	Computer Graphics Metafile	Относится к классу “метафайлов”, т.е. обеспечивает кодирование как векторных, так и растровых изображений. Его основное достоинство – независимость от аппаратных и программных средств, что позволяет эффективно осуществлять обмен данными между

		различными программами и платформами. Но для хранения чертежей и рисунков этот формат практически не применяется.
DXF	Drawing eXchange Format	Является векторным и поддерживается практически всеми САПР и графическими пакетами, включая AutoCAD. В нем реализованы многие возможности, отсутствующие в других форматах, например, хранение трехмерных объектов. Однако из-за сложности этого формата некоторые приложения позволяют только читать DXF-файлы, но не используют его при сохранении изображений.
EPS	Encapsulated PostScript	Использует как векторный, так и растровый способы записи графических данных. Соответствующий файл представляет собой набор команд, выполняемых интерпретатором языка PostScript при выводе изображения. При этом EPS-файл не зависит ни от операционной системы, ни от аппаратных средств. Однако программы, поддерживающие этот формат, часто не обеспечивают полной совместимости.
HPGL	Hewlett-Packard Graphical Language	Относится к классу векторных и является одним из основных для систем автоматизированного проектирования. Он широко используется также при выводе чертежей на плоттеры и принтеры.
IGES	Int. Graphical Exchange Standard	Представляет собой набор протоколов для передачи графических данных и вывода их на экран монитора. Первоначально он применялся для поддержки удаленных терминалов, но в настоящее время используется в ряде САД-приложений, оперирующих с трехмерными изображениями.

PCX	PC Paintbrush	Относится к классу растровых. Его недостатком является зависимость от типа используемого видеоадаптера. В PCX-файлах используется алгоритм сжатия RLE, позволяющий уменьшать размер файла на 40...70%, если число цветов не превышает 16.
PICT	Picture	Формат относится к классу “метафайл”, т. е. дает возможность кодировать как векторные, так и растровые изображения. Ориентирован на платформы типа Macintosh и поддерживается практически любым графическим приложением, реализованным на таких аппаратных средствах. Ввиду своей сложности этот формат редко поддерживается приложениями, работающими на других платформах.
TIFF	Tagged Image File Format	Относится к классу растровых. Существует несколько типов TIFF- файлов: В – черно-белые изображения, G – полутоновые, P – цветные и т. д.
WMF	Windows MetaFile.	Обеспечивает кодирование как векторных, так и растровых данных и является аналогом формата PICT для оболочки Windows. Он используется при обмене графическими данными между Windows-приложениями, а также поддерживается графическими программами, реализованными на ряде других платформ

Обмен графической информацией

При организации обмена графической информацией в компьютерной графике различают несколько уровней графических стандартов (рис.12).

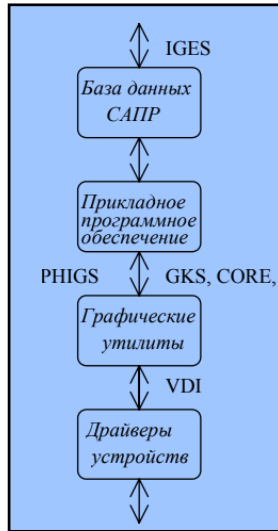


Рис.12. Графические стандарты, используемые в САПР

Эти стандарты обеспечивают связь между:

- а) графическими утилитами и устройствами графического вывода;
- б) прикладными программами и графическими утилитами;
- в) различными САПР.

Для обеспечения связи между графическими утилитами и устройствами вывода наиболее часто используется стандарт VDI (Virtual Device Interface – интерфейс виртуального устройства), который в настоящее время переименован в CGI (Computer Graphics Interface – интерфейс компьютерной графики).

Наиболее распространенным стандартом, обеспечивающим связь между прикладными программами и графическими утилитами, является GKS (Graphical Kernel System – графическая корневая система). Иногда используется и более ранний стандарт CORE, основные функции которого реализованы в

GKS. А наиболее совершенным из стандартов этого класса является PHIGS (Programmers Hierarchical Interface for Graphics – программистский иерархический графический интерфейс), описывающий сложные иерархические структуры графических данных, в том числе и трехмерные.

Для обеспечения связи между различными САПР используется ряд стандартов, наиболее распространенным из которых является IGES (стандартный протокол обмена графической информацией). В этом стандарте различные данные классифицируются в терминах сущностей, которые могут принадлежать к одной из трех категорий: геометрии (точки, отрезки, дуги, плоскости и т.п.), аннотации (размеры, осевые линии, стрелки и т.п.), структуры (геометрические группы, макроопределения и т.д.). Чтобы использовать IGES, любая САПР снабжается двумя программами – препроцессором и постпроцессором (рис. 13).

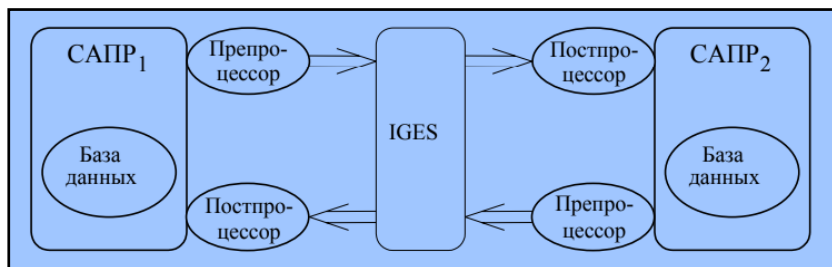


Рис. 13. Связь между двумя различными САПР через формат IGES

Тема №4. Цифровое моделирование местности.

Темы лекций:

8. [Понятие и состав ЦММ.](#)

9. [ЦМС. Основные элементы. Семантическое описание и отображение элементов ЦМС. Цифровой классификатор.](#)

Лекция 8. Понятие и состав ЦММ

Развитие технологий сбора и обработки топографо-геодезической информации (ТГИ), а также использование современного геодезического оборудования и специализированных программных продуктов дало возможность представлять ТГИ в виде цифровых моделей местности.

И, соответственно, принципиально изменился подход к основным результатам инженерных изысканий и проектирования:

- к созданию цифровой модели местности (ЦММ) как основного результата инженерно- геодезических изысканий;
- созданию объемной геологической модели (ОГМ) как результата инженерно-геологических изысканий;
- созданию и оценке цифровой модели проекта (ЦМП) как результата проектирования.

Важной задачей инженерно-геодезических изысканий при этом становится обеспечение адекватности, создаваемой ЦММ, физическому состоянию местности, необходимой и достаточной, для принятия проектных решений.

Такая адекватность, кроме соблюдения норм инженерно-геодезических изысканий (точность, состав, полнота данных), особо требует:

- обеспечения соответствия цифровой модели рельефа ее топографической реальности;

- пространственного представления в модели подземных и надземных коммуникаций;
- многослойности цифровой модели с распределением данных по иерархически организованным слоям;
- информационной насыщенности объектов модели сведениями (семантическая составляющая), необходимыми для принятия проектных решений и согласований.

ЦММ включает в себя:

- метрическую информацию – геодезические пространственные координаты характерных точек рельефа и ситуации;
- синтаксическую информацию для описания связей между точками – границы зданий, лесов, пашен, водоемов, дороги, водораздельные и водосливные линии, направления скатов между характерными точками на склонах и т.п.;
- семантическую информацию, характеризующую свойства объектов – технические параметры инженерных сооружений, геологическая характеристика грунтов, данные о деревьях в лесных массивах и т.п.;
- структурную информацию, описывающую связи между различными объектами – отношения объектов к какому-либо множеству: отдельные пункты железнодорожной линии, здания и сооружения населенного пункта, строения и конструкции соответствующих производств и т.п.;
- общую информацию – название участка, система координат и высот, номенклатура.

Использование ЦММ на всех этапах проектирования определяет характер специальных требований не только к содержанию ЦММ, но и к тому программному обеспечению, ко-

торое применяется для ее создания и последующего использования.

Программное обеспечение, предназначенное для создания ЦММ, должно обеспечивать:

- использование максимально широкого спектра источников топографической информации для создания и обновления ЦММ;
- эффективную технологию обработки ТГИ;
- управление большими объемами данных в ЦММ;
- генерализацию отображения топографической информации;
- возможность мониторинга и обновления ЦММ;
- полноту обмена информацией по ЦММ с другими ПП.

ЦММ входят составной частью в информационное обеспечение географических информационных систем, систем автоматизированного проектирования, ведения кадастров различного назначения, систем навигации и позиционирования.

В указанных системах ЦММ служат картографической основой для пространственной привязки баз тематических данных, получаемых в результате проведения инженерных изысканий, земельно-кадастровых работ, межевания земель, статистических исследований, и иных специальных работ и обследований.

В общем случае земную поверхность, как объект топографической съемки, можно рассматривать как совокупность двух компонентов:

- поверхности Земли, представленной в трехмерном пространстве и обладающей только геометрическими свойствами;
- множеством природных и антропогенных объектов, представленных их семантическими свойствами и сочетаниями ли-

ний и точек на топографической поверхности, являющимися следами ее сечения объектами.

Таким образом, при *цифровом моделировании* земная поверхность должна быть представлена *моделями ситуации и моделями рельефа*.

Одним из определений ЦММ, является определение *Цифровой модели местности* – как цифровой картографической модели, содержащей данные об объектах местности и ее характеристиках, а также связях между ними, представленные в форме, доступной для обработки на ЭВМ.

При решении тех или иных задач достаточно часто используют либо плановую часть соответствующей карты или плана, либо высотную. Аналогично в составе цифровой модели местности можно выделить *цифровую модель ситуации* (объектов, контуров) и *цифровую модель рельефа*.

Цифровая модель ситуации (ЦМС) - совокупность информации о плановом положении, характеристиках объектов и связях между ними.

Иногда в технической литературе ее называют также цифровой моделью объектов (ЦМО) или контуров (ЦМК).

Цифровая модель рельефа (ЦМР) - информация о рельефе местности, представленная совокупностью точек с известными координатами и высотами, связей между ними и способа определения высот новых точек по их известным плановым координатам.

Таким образом, *цифровая модель местности*:

- представляет собой упорядоченную по определенным правилам информацию об объектах местности;
- обладает рядом свойств (точность, адекватность, однозначность и др.);
- характеризуется набором параметров;

- создается путем сбора и преобразования топографической информации по определенным математическим правилам.

На основе ЦММ возможно:

- вести дежурные планы застраиваемой территории;
- формировать данные для кадастровых (землеустроительных, градостроительных и других) систем;
- проводить работ по проектированию и мониторингу состояния объектов и местности
- использовать в качестве основы для построения карт и планов.

Цифровые модели местности могут быть: *растровые, векторные, гибридные.*

Растровая модель данных основана на использовании регулярной решетки, элементы которой отображают определенные участки исходного объекта (в частности - местности), называются пикселями и характеризуются цветом и яркостью.

Использование ЦММ в *автоматизированных системах* крупномасштабного картографирования или проектирования на основе растровой модели данных затруднено, так как не допускает выделения конкретных объектов (дорог, зданий, иных элементов или объектов). Поэтому такая модель используется для представления аналоговых карт и планов, с целью последующего преобразования и создания на их основе цифровой модели местности или рельефа, либо в качестве обзорного материала. В САПР, как правило используется векторная модель данных.

Векторная модель данных ориентирована на описание пространственного положения объектов с помощью примитивов первых четырех типов: точек, линий, контуров и поверхно-

стей и содержит как координаты соответствующих элементов, так и некоторые другие параметры.

При решении инженерных задач, в системах автоматизированного проектирования, используют *математическую модель местности (МММ)*.

Математической моделью местности называют математическую интерпретацию цифровых моделей для компьютерного решения конкретных инженерных задач.

В зависимости от инженерного назначения ЦММ, при ее создании может быть использовано несколько различных математических моделей.

Лекция 9. ЦМС. Основные элементы. Семантическое описание и отображение элементов ЦМС. Цифровой классификатор.

Реальная земная поверхность никогда не бывает пустой - на ее территории всегда присутствуют объекты ситуации естественного и искусственного происхождения. Их можно обнаружить на самой поверхности (строения различного назначения, дорожная сеть, инженерные сооружения, растительность и т.д.), под поверхностью (подземные коммуникации различного назначения) и даже над поверхностью (линии электропередач, мосты). Совокупность таких пространственно определенных объектов, наполненных семантической информацией и представленных на экране монитора, и образует *цифровую модель ситуации*.

Цифровая модель ситуации (ЦМС), в составе ЦММ, является цифровым представлением топографических объектов местности. Это представление включает геометрическое описание объектов в виде набора точек и полилиний, определяющих их положение и границы, отображение ТО условными знаками и семантическое описание набора характеристик, состав которых задан в классификаторе.

При рассмотрении методов моделирования элементов ситуации предполагается, что геометрическое положение картографических объектов задано в ортогональной проекции на некоторую плоскость. В действительности они расположены на так называемой ЦМР, которая наряду с элементами ситуации должна быть представлена в составе ЦММ, как самостоятельный элемент.

Построение цифровой модели ситуации (ситуационного плана) является наиболее сложной и ответственной задачей создания ЦММ. Эффективное решение этой задачи требует наличия в обрабатывающей программе широкой палитры инструментальных средств, реализующих те или иные элементарные геометрические и аналитические операции. Богатство и разнообразие инструментальных средств во многом определяет привлекательность программной системы и интерес к ней со стороны пользователей.

Для моделирования и отображения многообразия топографических объектов местности на плане используются специальные знаковые системы -электронные классификаторы условных знаков. От них зависит качественное и целостное представление местности, степень читаемости ЦММ и многое другое, связанное с передачей и отображением этой категории пространственной информации.

В составе электронных классификаторов различают *точечные(внемасштабные), линейные и площадные объекты, с помощью которых может быть представлена ЦМС* (рис.14).

- *Площадный объект* – это участок поверхности, ограниченный контуром и заполненный условным знаком. Линия контура отображается соответствующим условным знаком, а площадь контура выделяется цветом и условными знаками заполнения. Площадными объектами моделируются леса, луга, заросли кустарника, здания, сооружения и т.п.

- *Линейный объект* – это прямая или ломаная линия с немасштабной шириной, отображаемая соответствующим условным

знаком. Линейными объектами являются ЛЭП, различные подземные коммуникации, ограждения, тропы, просеки и т.п.

• *Точечный объект*) – это объект, моделирующийся одиночным условным знаком. К данной группе относятся одиночные деревья, смотровые колодцы на подземных коммуникациях, столбы, родники, и т.п.

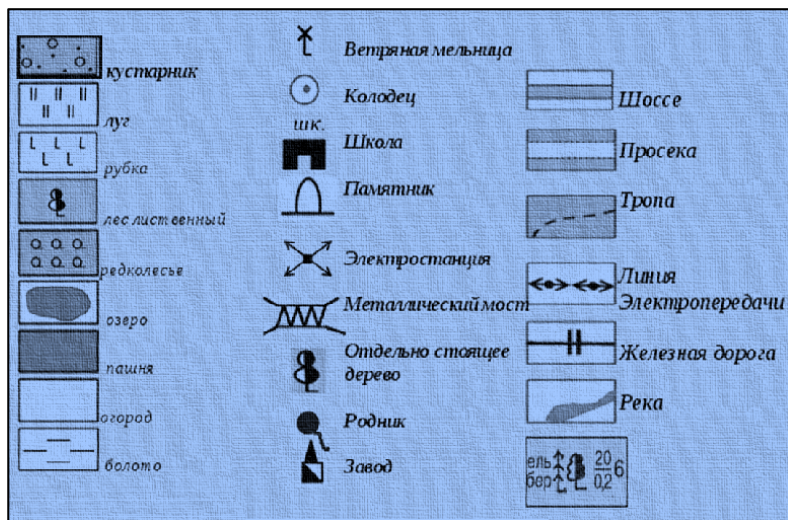


Рис. 14 Условные знаки в составе ЦМС.

Кроме того, каждый топографический объект, будь то дерево, трубопровод или котельная, должен нести определенный набор сведений о себе - т.е. семантическую информацию.

Процесс моделирования ситуации делится на две связанные части:

- определение геометрии топографического объекта, т.е. его пространственного положения,
- определение его сущности как объекта местности со своими характеристиками.

Геометрические данные определяют пространственное положение элементов цифровой модели местности и представляются в виде точек и стандартных графических примитивов.

Точки делятся на два вида: *основные и дополнительные* - это «явные» точки, видимость которыми управляется пользователем.

Стандартные графические примитивы - несут виртуальный характер, проявляются в процессе построений и используются для привязки.

Семантическое описание и отображение элементов ЦМС

Построение цифровой модели ситуации требует последовательного выполнения ряда операций.

Общий порядок построения модели ситуации может быть представлен в следующем виде:

- установление связи между классификатором объектов и кодами пользователя;
- определения координат и высот съемочных пикетов;
- нанесение съемочных пикетов на план в заданном масштабе;
- геометрические построения объектов и их элементов;
- присвоение объекту семантики;
- графическое оформление плана.

Первые две операции выполняются при обработке полевых данных, вслед за уравниванием съемочного обоснования, обработкой тахеометрических ходов и данных топографических съемок.

Третья операция выполняется автоматически и заключается в нанесении съемочных пикетов по их координатам на виртуальную основу, либо импортировании электронных данных по съемочному обоснованию и топографических съемок.

Порядок и особенности выполнения *четвертой и последующих* операций рассмотрены ниже.

Неотъемлемую часть информационного обеспечения любой системы автоматизированной обработки топографических данных составляет классификатор топографических объектов и связанная с ним библиотека условных знаков, основу которых положены действующие нормативные документы, в частности - условные знаки топографических карт и планов. Если областью применения системы наряду с топографией являются и иные предметные сферы, то соответствующие объекты (генерального плана, проекта землеустройства, кадастра и др.) включаются либо как элементы содержания классификатора, либо как тематические классификаторы. Как правило, элементы содержания иерархического классификатора отождествляются с тематическими слоями информации.

Источником информации для семантического описания объектов является полевой абрис, используемый в качестве абриса фрагмент топографического плана, исполнительные съемки или материалы согласований.

Атрибуты семантического описания объектов создаваемой цифровой модели местности вводятся в диалоговом режиме, форма которого определяется строением классификатора.

Так, для классификатора иерархической структуры характерна такая последовательность выбора:

- раздел классификатора (например, «Растительность»);
- подраздел классификатора (например, «Точечные объекты»);
- конкретный точечный объект (например, «Дерево фруктовое», «Ель», «Сосна» и др.).

Как правило, на этапе выбора конкретного объекта исполнитель может ориентироваться как на его наименование, так и на начертание условного знака

Семантическое описание объекта завершается вводом его переменных характеристик (высоты, глубины, длины, тол-

щины, этажности и др.) в соответствии с их фиксированным набором.

Цифровой классификатор.

Ключевым элементом превращения плана местности в цифровую модель ситуации является использование классификатора для моделируемых объектов.

Классификатор, или (от лат. *classis* — разряд и *facere* — делать) — систематизированный перечень наименованных объектов, каждому из которых в соответствии дан уникальный код. Классификация объектов производится согласно правилам распределения заданного множества объектов на подмножества (классификационные группировки) в соответствии с установленными признаками их различия или сходства. Применяется в автоматизированных системах управления и обработке информации. Классификатор является стандартным кодовым языком документов, финансовых отчетов и автоматизированных систем.

Классификаторы разрабатываются как на уровне отдельных предприятий (организаций), так и на уровне государств. Существуют следующие уровни классификаторов:

- международные — стандартные классификаторы, используемые по всему миру;
- межгосударственные — классификаторы, используемые в рамках экономических союзов и других межгосударственных объединений: например, классификаторы, используемые в ЕС, СНГ и т. д.
- национальные, или межотраслевые — классификаторы, используемые в пределах государства. Не должны противоречить международным классификаторам;
- отраслевые — классификаторы, используемые в рамках одной отрасли;
- системные — классификаторы, принятые отдельным предприятием (организацией) для применения в рамках своей ав-

томатизированной системы. Они содержат информацию, необходимую для решения задач в конкретной АС и отсутствующую в национальном или отраслевом классификаторе.

Различные САПР, используемые для формирования ЦММ, используют цифровые классификаторы содержащие условные знаки (точечные, площадные и линейные), диапазоны масштабов для тех или иных условных знаков, состав и типы семантики.

Наполняется и редактируется классификатор посредством специального редактора, с помощью которого в классификаторе осуществляется создание новых типов и редактирование имеющихся топографических объектов.

Классификатор ПК Кредо.

Программные продукты компании Кредо широко используются для формирования ЦММ инженерного назначения.

Классификатор представляет собой древовидную структуру, в которой все условные обозначения разбиты по группам (рис. 15).

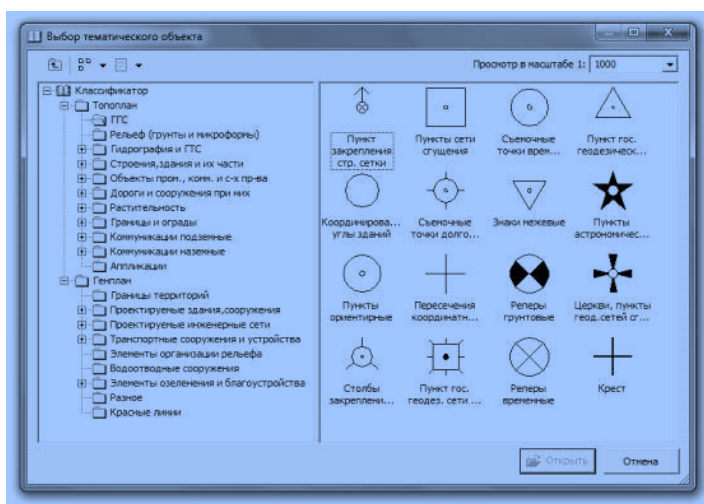


Рис. 15. Классификатор ПП Кредо.

В классификаторе есть возможность выбора масштаба условных знаков от 1:10 до 1:100000. С помощью классификатора решаются пять основных задач:

- структуризация данных по тематическим слоям. Классификатор состоит из двух частей - топографической и проектной. За основу структуры топографической части классификатора приняты два нормативных документа, регламентирующие использование условных знаков для крупных (1:500 - 1:2000) и мелких масштабов (1:10000 - 1:100000). Структура размещения (папок) объектов классификатора определяет структуру группировки объектов по тематическим слоям. Однако Редактор классификатора позволяет пользователям полностью перестроить структуру классификатора под свои нужды, совершенно по-другому сгруппировать объекты, дополнить своими специфическими элементами;
- отображение данных соответствующими условными знаками. Условный знак точечного, площадного, линейного топографического объекта отображается в модели. В классификаторе описываются условия размещения и компоновки символов, образующих условный знак. Наполнение классификатора, то есть создание условных знаков, конструирование сложных условных знаков ведется в редакторе классификатора. При этом используемые для конструирования символы хранятся в библиотеке символов, которая создается и наполняется с помощью Редактора символов. Как правило, для точечных объектов используется один символ. Для линейных и площадных объектов редактор классификатора позволяет конструировать сложные условные знаки, состоящие из нескольких символов, типов линий, заливки и штриховки;
- генерализация. Под термином «генерализация» в Кредо понимается отбор и обобщение объектов для отображения в рабочем окне модели в зависимости от устанавливаемого масштаба съемки (для разных диапазонов масштабов используются разные условные знаки);

- назначение состава семантики. Для каждого топографического объекта создается определенным набор семантических характеристик. Например, здание должно иметь этажность, назначение и огнестойкость;
- Обеспечение связи с внешними системами. В Классификаторе каждый объект имеет несколько кодов обеспечивающих связь с внешними данными. Базовый код служит для обмена данными ТОПОПЛАНА между пользователями.

Выбор необходимого топонима возможен несколькими способами: через топографический классификатор и вызываемые тематические панели инструментов.

Классификатор Geonics.

Программный продукт GeonICS представляет собой модульную структуру и работает на платформе AutoCAD (AutoCAD Civil 3D, AutoCAD MAP 3D). Выделяют следующие модули:

- модуль «Топоплан» - это ядро программы, позволяющее создавать топографические планы, вести базу точек съемки проекта, строить трехмерную модель рельефа и проводить анализ полученной поверхности;
- модуль «Генплан» используется при проектировании промышленных объектов различного назначения, а также объектов гражданского строительства;
- модуль «Сети» позволяет проектировать внешние инженерные сети и оформлять необходимые выходные документы;
- модуль «Трассы» позволяет проектировать линейно-протяженные объекты и оформлять необходимые выходные документы;
- модуль «Сечения» позволяет получать сечения по существующей поверхности и отрисовывать проектные поперечники;
- модуль «Геомодель» предназначен для автоматизации процесса подготовки графических отчетных документов инженер-

но-геологических изысканий (инженерно-геологические разрезы и колонки) и др.

Модуль «Топоплан» включает полную библиотеку топографических условных знаков (точечные, линейные, полосные, площадные), а также средства их отрисовки, редактирования и замены. Библиотека условных знаков GeoniCS Топоплан предназначена для создания топографических планов и ЦМС масштаба от 1:500 до 1:5000. Библиотека условных знаков GeoniCS Топоплан использует уникальные высокоэффективные алгоритмы, управляющие поведением объектов и обеспечивающие удобство работы пользователя (рис. 16).

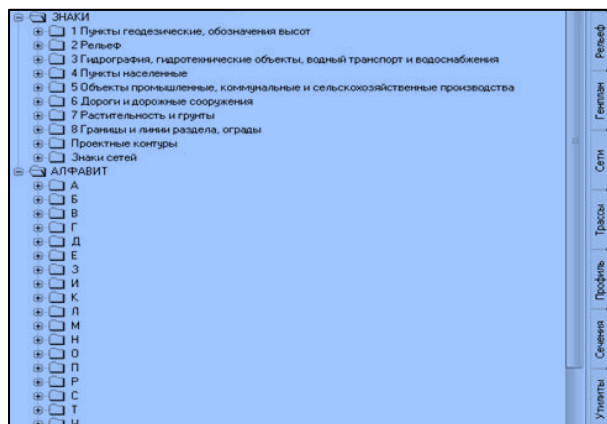


Рис. 16. Классификатор Geonics

Кроме того, модуль «Топоплан» снабжен встроенной справочно-нормативной базой, где собрана информация по правилам отрисовки топографических знаков. Реализован режим «ассистента», который предоставляет пользователю подсказки, касающиеся отрисовки выбранных знаков. В модуле «Топоплан» реализована автоматическая замена одних условных знаков на другие в соответствии с единицами чертежа и масштабом (упрощенная генерализация). Встроенный стан-

дартный топографический классификатор, а также алфавитный классификатор упрощают поиск отдельных знаков и делают работу более комфортной. Модуль «Топоплан» не только является удобной для пользователя системой, но и имеет открытый интерфейс, что позволяет самостоятельно модифицировать и пополнять классификатор и библиотеку условных знаков всех видов локализации, а также создавать на их основе специализированные упрощенные системы картографирования для определенных предметных областей, в том числе для различных видов кадастровых планов (земель, недвижимости, инженерных сетей и т.д.). Выбор необходимого топонима возможен несколькими способами: через топографический классификатор, алфавитный указатель, а также через вызываемые тематические панели инструментов.

Кроме того, модуль «Топоплан» снабжен встроенной справочно-нормативной базой, где собрана информация по правилам отрисовки топографических знаков. Реализован режим «ассистента», который предоставляет пользователю подсказки, касающиеся отрисовки выбранных знаков.

Тема № 5. Цифровые модели рельефа.

Темы лекций:

10. [Применение, виды и методы расчета ЦМР.](#)
11. [Растровые и векторные модели рельефа.](#)
12. [Информационное и программное обеспечение для создания ЦМР. Трехмерное моделирование.](#)

Лекция 10. Применение, виды и методы расчета ЦМР.

ЦМР может быть получена с помощью разнообразных технологий. Цифровая модель может иметь в качестве структурной основы иерархическую, реляционную, сетевую или комплексную модель.

Цифровые модели могут храниться в базах данных, или независимо в виде файловых структур, или метаданных.

Цифровые модели рельефа позволяют производить следующие операции:

- быстрое получение информации о морфометрических показателях (высота, угол наклона, экспозиция склона) в любой точке модели;
- анализ крутизны и экспозиций склонов;
- генерация горизонталей;
- построение профилей поперечного сечения рельефа по направлению прямой или ломаной линии;
- анализ поверхностного стока;
- генерация сети тальвегов и водоразделов;
- расчёт объёмов;
- расчёт площадей поверхности;
- расчёт уровней и площадей затопления;
- построение трёхмерных моделей рельефа с возможностями рендеринга и драпировки поверхности как векторными объектами (гидросеть, дороги, населённые пункты, ландшафтные карты и т.п.), так и растровыми слоями (топокарты, данные дистанционного зондирования);
- создание видеоизображения «пролёта» над поверхностью модели по заданному маршруту (системы виртуальной реальности);
- анализ зон видимости с заданной точки или точек обзора и построение соответствующих карт или трёхмерных моделей;
- трансформация исходной модели путём добавления новых данных.

Сложность представления трехмерных объектов на картах, «трёхмерного картографирования» исторически породила множество способов картографического изображения рельефа: система изолиний (горизонтали, изогипсы), отметки высот, совокупность точечных, линейных, площадных знаков, дополняющих изображение рельефа горизонталями (знаки оврагов, обрывов, сухих участков рек, скал, ледников и т.д.), но не всегда уточняющих его метрику. Поэтому следует различать цифровые модели картографического изображения рельефа (цифровые карты) и собственно ЦМР, под которыми на практике зачастую понимаются цифровые модели высот, создаваемые с использованием ограниченного набора исходных картографических данных о рельефе (X, Y, Z)

Цифровая модель рельефа представляет собой информацию о высоте поверхности земли без учёта растительности, зданий и других высотных объектов, которые на ней находятся. Построение цифровой модели рельефа (ЦМР) – одна из важнейших задач при создании ЦММ.

Виды ЦМР.

С помощью новых технологий географических информационных систем (ГИС) и САПР, в отличие от аналога - обычных "бумажных" карт, возможно обработать полученные цифровые данные и создать максимально приближенную к действительности пространственную трёхмерную модель или по-другому цифровую модель рельефа (ЦМР).

Цифровая модель рельефа - это математическое представление участка земной поверхности, полученное путем обработки материалов топографической съемки. Такая модель позволяет не просто посмотреть положение одного объекта относительно другого, но и уточнить структуру исследуемого объекта, а также просчитать объект путем интерполяции, аппроксимации или экстраполяции. Как следует из самого понятия ЦМР создаётся на базе математического аппарата с использованием компьютерной техники и топографо-

геодезической информации. Для правильности пересчёта и оптимальности затрат ресурсов необходимо чтобы математический аппарат был адекватно подобран и способен обработать информацию правильно в кратчайшие сроки и с минимально возможным использованием компьютерной памяти. Для создания цифровых моделей рельефа необходима обработка имеющихся топографо-геодезических данных: вычисление некоторой точки производится с использованием алгоритма интерполяции (значения, получаемые в исходных точках, совпадают с истинными абсолютно точно) или аппроксимации (значения, получаемые в исходных точках, совпадают с истинными с некоторой степенью точности). Также точность воспроизведения особенностей рельефа местности в ЦМР зависит от выбора метода расчёта. Для обработки может быть использована одна приближённая формула для всей территории, так называемый глобальный алгоритм, или применение разных формул для разных участков моделируемой местности, так называемый кусочно-локальный алгоритм. Оптимальность выбора в этом случае определяется качеством исходных данных: не имеет смысла решать сложную интерполяционную задачу при низком качестве данных; и знаниях о рельефообразующих процессах: если рельеф территории образовался преимущественно под действием одного процесса или нескольких тесно связанных имеет смысл использовать глобальный алгоритм, если имели место несколько малосвязанных процессов, то кусочно-локальный алгоритм. Различают следующие виды цифровых моделей рельефа:

- регулярные;
- структурные;
- нерегулярные.

Для регулярных моделей рельефа характерно расположение точек с известными пространственными координатами в вершинах сетки квадратов (рис. 17 а), прямоугольников, рав-

носторонних треугольников (рис. 17 б) или других правильных фигур (шестиугольник на рис.17 в).

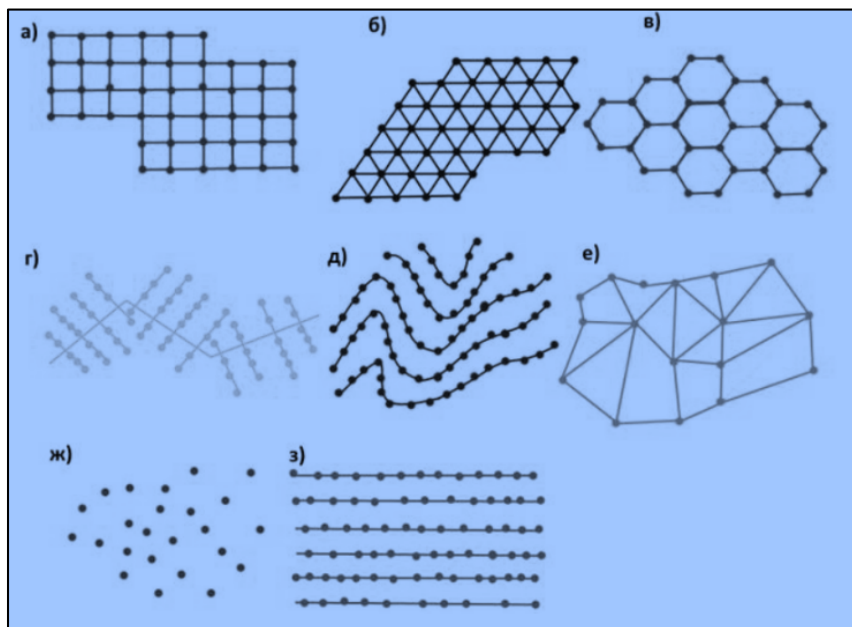


Рис. 17. Виды цифровых моделей рельефа.

а - в узлах правильных прямоугольных сеток; б - в узлах треугольных сеток; в - в узлах шестиугольных сеток (регулярные); г - структурные - на поперечниках к магистральному ходу; д - на горизонталях; е - нерегулярные на структурных линиях; ж - статистическая; з - на линиях, параллельных оси фотограмметрических координат.

Либо особенные ЦМР с системой поперечных профилей, проведенных через определенные расстояния вдоль заданной линии (например, оси трассы). В случае линейной ЦМР положение любой точки по высоте определяется линейной интерполяцией высот внутри заданной ячейки пространственной

сетки (квадрата, прямоугольника или треугольника). Основным недостатком такой модели рельефа является то, что расположение точек на местности получается неоптимальным, поскольку на некоторых участках нужна большая точность и соответственно большее количество точек, на прочих наоборот имеющееся количество точек излишне. Отсюда и второй недостаток - увеличенные трудозатраты при разбивке местности узловыми точками. Основное применение регулярных ЦМР - составление моделей повышенной точности. Весьма эффективными их можно считать при проектировании планировки различных инженерных объектов, аэропортов и улиц городов на равнинных участках рельефа. Структурные ЦМР предполагают размещение узловых точек с известными пространственными координатами на структурных линиях рельефа (рис. 16 г, д), местах изменения углов наклона склонов, на характерных линиях дороги, урезах рек и тому подобное. В этом случае отметки вдоль структурной линии меняются в соответствии с полиномиальной зависимостью. Структурной ЦМР требуется меньшая плотность точек, чем регулярной. При линейной интерполяции структурная модель рельефа показывает высокую эффективность, например, для описания поверхности городских дорог. Кроме того, такую ЦМР можно составить и при низком качестве исходных данных, их низкой автоматизации, в том числе при ручной обработке снимков, топографических планов и тому подобного материала. В нерегулярных ЦМР точки располагаются без использования какой-либо определённой системы, но с одинаковой заданной плотностью (рис. 16 е, ж, з). Эта особенность обеспечила нерегулярным цифровым моделям универсальность и в этой связи наибольшую распространённость в настоящее время.

Методы расчёта ЦМР.

Главным методом расчёта цифровых моделей рельефа является метод интерполяции поверхностей, позволяющий прогнозировать значения точек в местах отсутствия измерен-

ных значений по ограниченному набору опорных точек с известными значениями. Для этого в зависимости от вида ЦМР (регулярная, структурная, нерегулярная) производят соответствующую выборку точек. Далее определяются со свойствами исследуемого рельефа и ставят в соответствие пространственную корреляцию определённого типа, которая определяет зависимость между близкими и отдалёнными пространственными объектами (пространственную структуру данных). Автокорреляция бывает:

- положительная (наиболее распространённая) - считается, что пространственно близкие объекты имеют сходные характеристики;
- отрицательная - наоборот, что пространственно близкие объекты имеют различные характеристики; - нулевая - характеристики объектов не зависят от их взаимного месторасположения.

При помощи интерполяции рельеф местности представляется в одном из двух видов:

- как функция;
- как поле случайных величин.

Соответственно есть и две основные группы методов интерполяции:

а) детерминистские - интерполируют с применением математических функций без содержания случайной компоненты:

- 1) метод обратных взвешенных расстояний (ОВР);
- 2) сплайн;
- 3) тренд (или метод глобального полинома);

б) геостатические - в основе лежат математические и статистические модели, учитывающие пространственную автокорреляцию:

- 1) кригинг.

Метод обратных взвешенных расстояний (ОВР) основан на расчёте каждой ячейки раstra путём усреднения значе-

ния опорных точек в заданной окрестности данной ячейки. При этом вес (вклад в интерполируемое значение) точки определяется исходя из её положения относительно центра расчётной ячейки: чем ближе к центру, тем больше вес. Как следует из названия вес опорной точки есть обратная функция расстояния в n -ой степени (как правило $n=2$). Соответственно, чем больше степень n , тем большее влияние оказывают ближайšie точки и меньшее удалённые, что приводит к большей детализации поверхности и её меньшей сглаженности. Лучше всего методом ОВР интерполируются однородные поверхности с достаточным количеством равномерно распределённых точек.

Методом сплайн-интерполяции получается поверхность с минимальной кривизной, точно проходящая через заданные опорные точки. Этот метод позволяет строить модель рельефа с учётом и глобального тренда и локальных вариаций. В этом случае минимизируется сумма квадратов величин второй производной в каждой точке поверхности. Метод сплайн-интерполяции можно применять для плавно изменяющихся поверхностей, для резких изменений не подходит. Тренд-интерполяция использует метод наименьших квадратов для подбора математической функции (полинома заданного порядка) ко всем опорным точкам, подходящей для описания поверхности. При этом полученная результирующая поверхность минимизирует отклонения от входных точек: чем меньше среднеквадратическая ошибка между рассчитанным и входным значениями, тем точнее интерполированная поверхность представляет входные точки). Полученная таким методом поверхность редко проходит через изначальные опорные точки.

Метод тренд-интерполяции выбирают, когда нет необходимости в точном моделировании локальных неровностей, а необходимо определение общих тенденций моделируемого рельефа. Ограничением применения данного метода является необходимость в медленном изменении моделируемой характеристики.

Ключевой метод геостатистики - *кригинг* предназначен для анализа пространственно-распределенных данных. Опирается данный метод на гипотезу пространственной однородности (стационарность 2 порядка):

- пространственная изменчивость статически однородна по всей поверхности;
- вариации в значениях исходных опорных точек зависят от расстояния между ними, но не от их местоположения.

При обработке поверхности методом кригинга считаются пространственные изменения в точках как сумма трёх компонент:

- структурной компоненты, представляющей общий тренд рельефа в определённом направлении, может описываться какой-либо математической функцией, либо считается, что нет тенденции (в большинстве случаев);
- случайная, но пространственно-коррелированная компонента - это некоторые отклонения от тренда случайные, но связанными между собой пространственно;
- случайный шум - по сути остаточная ошибка, случайная величина, не связанная ни с общей тенденцией, ни друг с другом.

Одним из наиболее распространенных методов, особенно для построения ЦМР вручную, является *способ триангуляции*. Для реализации этого способа строят систему неперекрывающихся треугольников (проводят триангуляцию множества исходных точек на карте). В результате этого получается представление поверхности в виде многогранника с треугольными гранями, где проекция каждой грани на картографируемую плоскость есть соответствующий треугольник триангуляции, а высоты равны значениям $Z(i)$ в i -х точках. Триангулировать множество точек на плоскости можно разными способами, от способа зависит и получаемая поверхность. Оптимальной для моделирования модели рельефа является *триангуляция Делоне*.

Её особенность в том, что для каждой исходной точки строится локальный полином первой или второй степени и по триангуляции эти локальные полиномы складываются в одну гладкую поверхность, что позволяет избежать изломы изолиний на ребрах полигонов. Для создания ЦМР таким методом необходимо чтобы выполнялось условие Делоне - внутри окружности, описанной вокруг любого построенного треугольника, не должна попадать ни одна из заданных точек триангуляции как показано на рисунке 18.

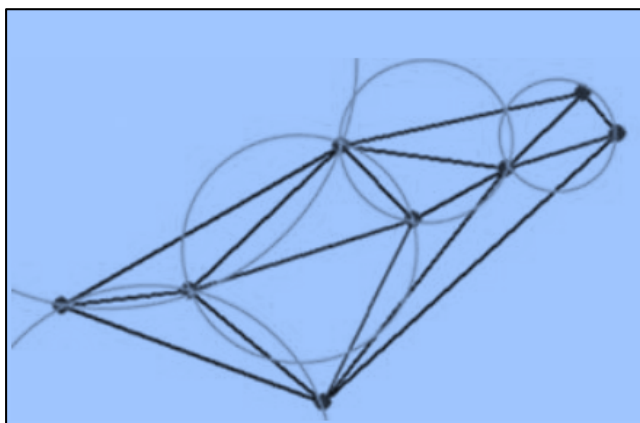


Рис. 18. Условие Делоне

Следует заметить, что обычно первичные данные цифрового моделирования рельефа имеются или с использованием тех или иных операций и приводятся к одному из двух наиболее широко распространенных представлений поверхностей в САПР: растровому представлению GRID или векторной модели TIN.

Лекция 11. Растровые и векторные модели рельефа.

Регулярная сеть высот (GRID)

Растровая модель рельефа относится к регулярным ЦМР. Для её реализации всё пространство делится на отдельные элементы - пиксели, которые являются далее не делимыми. Эти элементы образуют регулярную сеть высотных отметок (высот). Подобные цифровые модели рельефа создаются национальными картографическими службами многих стран. Регулярная сеть высот представляет собой решетку с равными прямоугольниками или квадратами, где вершины этих фигур являются узлами сетки, что может быть представлено в виде, показанном на рисунке 17 а), либо на плоскости регулярная сеть высот может иметь вид, показанный на рисунке 19 а), либо в трёхмерном виде данное представление будет иметь вид, показанный на рисунке 19 б).

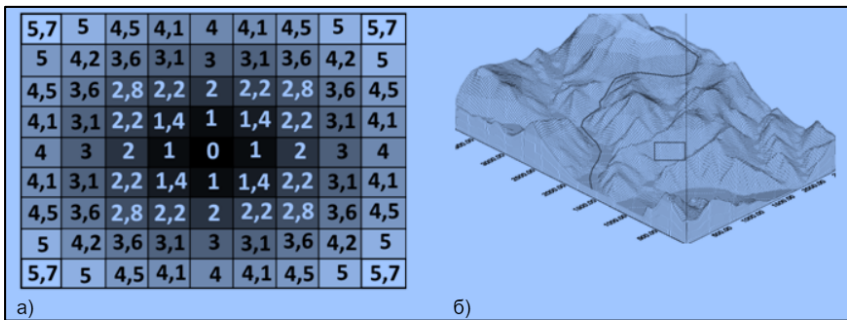


Рис. 19. Вид регулярной модели сети высот:
а) на плоскости; б) в трёхмерном изображении

Первым пакетом программ, позволяющим моделировать рельеф с помощью регулярной модели высот, который нашёл своё применение и развитие, был пакет GRID, что в переводе с английского - решетка, сетка, сеть. Создали его в конце 1960-х гг. в Гарвардской лаборатории машинной графики и простран-

ственного анализа (США). В этом пакете реализовали возможность множественного ввода различных слоёв растровых ячеек. В соответствии с названием этого пакета, а также его хорошим отображением свойств регулярной модели высот, в современных ГИС-пакетах, таких как ArcGIS и Surfer растровая модель пространственных данных также именуется как GRID. Основным при работе с GRID является правильный выбор плотности сетки (пикселя), поскольку этот параметр отвечает за пространственное разрешение будущей ЦМР. Меньший пиксель делает ЦМР точнее, а пространственное разрешение выше. Однако, это означает задание большего количества узлов сетки, для обработки которых требуется повышенные компьютерные ресурсы и затрачивается большее время. Поэтому важно оптимально подобрать размер ячейки, удовлетворив требования в достаточной точности, но не превысив минимально необходимые для этого ресурсы. Путем интерполяции, аппроксимации, сглаживания и иных трансформаций к растровой модели могут быть приведены ЦМР всех иных типов.

Нерегулярная триангуляционная сеть (TIN)

В начале 1970-х гг. был реализован другой метод составления цифровых моделей рельефа, основанный на нерегулярной сетке, соединяющей набор неравномерно расположенных точек, - модель TIN (Triangulation Irregular Network - триангуляционная нерегулярная сеть). Эта модель до сегодняшнего дня остаётся одной из самых распространённых среди нерегулярных. В 1970-е гг. было создано несколько вариантов данной системы, коммерческие системы на базе TIN стали появляться в 1980-е гг. как пакеты программ для построения горизонталей. Модель TIN используется для цифрового моделирования рельефа, при этом произвольно расположенные точки соединяются линиями с образованием смежных непересекающихся треугольников с разными характеристиками (длинами рёбер, углами). Однако, при всей своей нерегулярности выбор треугольников должен подчиняться условию Делоне, описан-

ному выше и показанному на рисунке 15. В пределах каждого треугольника модели TIN поверхность обычно представляется плоскостью. Поскольку поверхность каждого треугольника задается высотами трех его вершин, применение треугольников обеспечивает каждому участку мозаичной поверхности точное прилегание к смежным участкам. Это обеспечивает непрерывность поверхности при нерегулярном расположении точек. Наглядно модель TIN можно представить в виде, приведенном на рисунке 20.

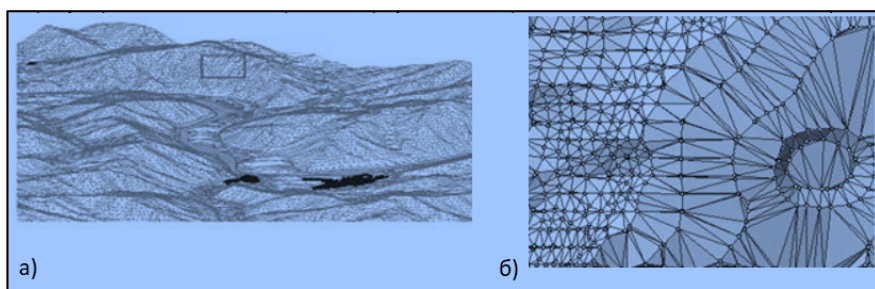


Рис. 20. Модель TIN: а) трёхмерное представление;
б) увеличенный фрагмент рельефа

При этом на рисунке 20 а) можно наблюдать насколько точно данная модель может описывать рельеф, а на рисунке 20 б) видно, что модель действительно нерегулярная и на сколько разные треугольники пришлось использовать для построения части рельефа.

Для составления ЦМР методом TIN основным методом является *триангуляция Делоне*, поскольку она обладает наиболее подходящими для цифровой модели рельефа свойствами: имеет наименьший индекс гармоничности как сумму индексов гармоничности каждого из образующих треугольников (близость к равноугольной триангуляции), свойства максимальности минимального угла (наибольшей невырожденности тре-

угольников) и минимальности площади образуемой многогранной поверхности.

Сравнение моделей.

Обе модели и GRID и TIN широко распространены в настоящее время и применяются практически с равной частотой, поэтому выбору одной из них необходимо подходить с аналитической стороны, поскольку для решения одной задачи может идеально подходить одна и совсем не подходить другая, для другой задачи наоборот, а для третьей могут примерно одинаково подходить обе модели. В последнем случае необходимо исходить из рациональности использования ресурсов и простоты использования. Благодаря самой природе GRID, очень сходной с природой компьютерных устройств, также пользующихся регулярным набором пикселей, расчёт такой модели на компьютере сравнительно прост и производится на довольно высокой скорости. Мониторы, принтеры и прочее оборудование также работают с набором точек, поэтому вывод изображения, просчитанного по модели GRID не вызовет никаких затруднений и лишних затрат ресурсов. Кроме того, растровая структура как бы сглаживает моделируемый рельеф, нивелируя резкие грани и выступы. Однако, это может привести к значительным отклонениям модели от реального вида рельефа в случае, если последний имеет много остроконечных вершин, крутых склонов и подобных резких изменений. В этом случае моделирование с использованием метода GRID приведёт к сглаживанию и размытию структурных линий рельефа и в общем случае к искажению полученной ЦМР. Для исправления ситуации необходимо будет увеличить пространственное разрешение (уменьшить размер ячейки), что приведёт к резкому возрастанию машинных ресурсов. В общем случае ЦМР по методу GRID требуют больше машинной памяти для хранения, чем по методу TIN. Для больших по объёму цифровых моделей, построенных по методу регулярной сетки высот, нередко используют дополнительные средства и методы при отображе-

нии, позволяющие экономить машинные ресурсы. Например, наиболее популярный - построение так называемых пирамидальных слоёв, которые позволяют строить изображение с различными уровнями детальности для различных масштабов, уменьшая тем самым количество избыточных для данного масштаба точек и снижая сложность расчётов. Подводя итог по модели GRID можно сказать, что она идеально подходит для отображения географических (геологических) объектов или явлений, характеристики которых плавно изменяются в пространстве (рельеф равнинных территорий, температура воздуха, атмосферное давление и тому подобное). Плохо подходит для моделирования рельефа с резкими склонами и вершинами: для точности изображения требует слишком высоких затрат машинных ресурсов. И абсолютно не подходит для моделирования рельефа с сочетанием больших равнинных участков с перепадами высот, что наблюдается, например, в широких разработанных долинах крупных равнинных рек. В таком случае при значительных затратах ресурсы на большей части рельефа - на равнинных участках будет наблюдаться избыточное количество точек, а при отображении склонов и уступов их напротив может не хватить.

Модель TIN лишена таких недостатков. Использование нерегулярной сети треугольников позволяет на плоских участках выделить малое количество точек, построив большие треугольники, а на участках с резкими перепадами высот, напротив, взять большое количество точек, построив маленькие треугольники. Такой подход позволяет правильно отобразить резкие перепады высот без излишней траты машинных ресурсов на расчёт лишних точек плоских участков местности. Таким образом в этом случае модель TIN позволит эффективно использовать ресурсы оперативной и постоянной памяти компьютера для хранения и отображения цифровой модели рельефа. Недостатком же модели TIN, из-за её нерегулярной природы, является необходимость больших затрат компьютерных ресур-

сов на обработку модели, поскольку для вывода ЦМР на экран или на печать необходимо дополнительно проводить растеризацию (перевод изображения из формата нерегулярных треугольников модели TIN в пиксели или точки). Данную проблему можно решить с помощью введения некоторой гибридности - введения структурных линий. *Структурные линии* – это линии соединяющие точки поверхности и однозначно определяющие триангулирование участка поверхности. В следствии введения структурные линии остаются по TIN модели, а отображается ЦМР в виде регулярного набора точек. Основным и довольно существенным недостатком модели TIN является так называемый "эффект террас": появление "псевдо-треугольников" - плоских участков в заведомо невозможной геоморфологической ситуации (например, по линии днища V-образных долин, приведённых на рисунке 21).



Рис.21. «Эффект террас» в долинах малых рек, возникающий при создании TIN на основе горизонталей без учёта структурных линий рельефа (в данном случае - гидросети)

Одна из основных причин - малое расстояние между точками цифровой записи горизонталей в сравнении с расстояниями между самими горизонталями, что характерно для большинства типов рельефа в их картографическом отображении. "Псевдотреугольники" возникают там, где все три вершины треугольника лежат на одной горизонтали. Появление таких морфологических артефактов нарушает морфографию и морфометрию моделируемого рельефа и снижает точность и качество самой модели и ее производных. террас» в долинах Один из способов значительного улучшения качества и морфологического правдоподобия ЦМР состоит в расширении модели TIN путем ее структурирования - введения в нее сети тальвегов, водоразделов и линий перегибов и разрывов (бровок, уступов террас и т.п.).

В САПР для моделирования ЦМР в основном нашли применение триангуляционные модели Делоне, а растровые модели, в основном, используются для получения информации о высотах характерных точек рельефа при формировании массива исходных данных для дальнейшего построения триангуляционной модели.

Лекция 12. Информационное и программное обеспечение для создания ЦМР. Трехмерное моделирование.

Информационное обеспечение.

Информационное обеспечение -совокупность массивов информации, реализованные решения по видам, объемам, размещению и формам её организации, набор методов ввода данных, проектирование баз данных, их ведение и использование.

Сначала рассмотрим возможные способы получения информации, необходимой для построения ЦМР. Для составления цифровых моделей рельефа используются следующие источники данных:

- картографические материалы. К ним относятся: топографические и общегеографические карты, кадастровые планы и тому подобное. Сведения, получаемые с карт, имеют территориальную привязку, поэтому их удобно использовать в качестве базового слоя ГИС;
- данные дистанционного зондирования (ДДЗ). К ним относятся: материалы, получаемые с космических носителей, аэро- и наземные съемки, и другие неконтактные методы;
- результаты полевых обследований, это геодезические измерения природных объектов, выполняемые нивелирами, теодолитами, электронными тахеометрами, GPS приемниками, а также результаты обследования территорий с применением геоботанических и других методов;
- статистические данные. К ним относятся: гидрологические и метеорологические данные, сведения о загрязнении окружающей среды и тому подобное;
- литературные данные: тексты, описания, отчеты; -прочие данные: фото, иллюстрации, зарисовки.

Независимо от метода построения оптимальным способом хранения ЦМР является послойное хранение. В этом случае возможно хранение гораздо большего количества информации, отображаться и детализироваться которая будет в зависимости от выбранного слоя, что позволяет экономить компьютерные ресурсы и не загромождать ненужной информацией ЦМР на более общих слоях. Кроме того, широко практикуется послойная организация цифровых моделей рельефа для разделения тематически разной информации (географические, геологические, биологические и прочие данные). Начальные данные о пространственном положении (географические данные) и связанные с ними табличные, составляющие основу ЦМР могут быть составлены самим пользователем, либо приобретены. Далее эти данные могут быть введены программу вручную с использованием дигитайзера. Растровое изображение карты в модель можно подгрузить с использованием сканера (с бумаж-

ных носителей), далее провести его векторизацию (оцифровку). Составленная цифровая модель рельефа ещё должна пройти процесс визуализации или отображения изображений (картографических, графических) на устройствах отображения (преимущественно – на мониторе). Этот процесс основан на преобразовании исходных цифровых данных с помощью специальных алгоритмов. В зависимости от поставленных целей и задач процесс визуализации ЦМР может отображаться в итоге в виде: электронной карты (ЭК), электронного атласа, таблиц и графиков, анимации, а также трехмерного изображения рельефа (3D-рельеф).

Программное и аппаратное обеспечение для создания ЦМР.

В настоящее время на рынке существует огромное количество программных продуктов для создания и анализа цифровых моделей рельефа, значительно отличающихся по функциональным возможностям и цене. Все их можно объединить в несколько больших групп:

Мощные полнофункциональные модули. Эта группа предлагает самые широкие возможности по созданию цифровых моделей рельефа, но и цена таких пакетов самая большая. Распространённость данных модулей обусловлена отсутствием необходимости в дополнительном программном обеспечении – они представлены в виде надстройки к популярным программным комплексам. Примерами данной группы служат модули: ПК Кредо (Топоплан, Линейные изыскания и др.), Autodesk Map 3D системы AutoCAD (Autodesk Civil 3D), ГИС пакета ArcGIS (ESRI Inc) и другие.

Программы с применением ЦМР для создания систем виртуальной реальности. Эти программы узкоспециализированны и как правило не имеют или имеют довольно скромный набор аналитических функций. Из подобного класса программного обеспечения наибольшую популярность в мире приобрели: программа Virtual GIS, входящая в состав пол-

нофункционального комплекса ERDAS Imagine (Leica Geosystems), комплексы MultiGen Creator Terrain Studio и MultiGen Vega Prime (MultiGen-Paradigm), программы ArcScene и ArcGlobe ГИС-пакета ArcGIS (ESRI Inc.), а также модуль SiteBuilder 3D (MultiGen-Paradigm) для ArcGIS, ПК Кредо «Визуализация».

Также *узкоспециализированными* являются и программные пакеты конкретно для работы с цифровыми моделями рельефа. Они, как правило, имеют функции создания ЦМР различными методами, а также дальнейшего построения тематических карт на их основе. Наиболее известны пакеты программ Surfer (Golden Software Inc.) и MicroDEM / Terra Base (U.S. Naval Academy).

Отдельным классом можно представить дополнительные программы, которые выполняют строго специфичные функции необходимые при создании или обработке ЦМР. Это программы для автоматической или полуавтоматической векторизации (оцифровке) растровых изображений карт местности. Например, отечественных КРЕДО ВЕКТОРИЗАТОР.

Ещё сравнительно недавно для создания и работы с цифровыми моделями рельефа использовали дорогое аппаратное обеспечение: графические рабочие станции на базе платформ IBM, Silicon Graphics, Sun Microsystems или Hewlett-Packard, функционирующие под UNIX-подобными операционными системами. В настоящий момент технический прогресс шагнул настолько далеко, что практически обычные персональные компьютеры способны обрабатывать ЦМР в режиме реального времени. Для работы с цифровыми моделями рельефа важнейшими элементами аппаратного обеспечения являются центральный процессор, оперативная память и видеокарта. Мощность центрального процессора обеспечивает скорость расчётов. Жёсткий диск (винчестер) зачастую в современных ПК является "узким бутылочным горлышком" в передаче данных. Ведь скорость считывания информации в современных

винчестерах 70–80 Мб/с, а скорость передачи данных между процессором и оперативной памятью ПК достигает 10 Гб/с и более. Частично решить эту проблему можно за счёт использования RAID-массивов из быстродействующих SCSI или SATA дисков (например, SATA-дисков WD Raptor со скоростью вращения 10 000 об./мин). Видеокарта существенно влияет на производительность при трёхмерном моделировании. При этом почти все соответствующие программы используют OpenGL-драйвер. Скорость работы в OpenGL-режиме является определяющим фактором при выборе видеокарты. Из массовых видеокарт традиционно лучше работают с OpenGL видеокарты на базе чипов NVidia (в отличие от ATI/AMD и других производителей). Серьёзно увеличивают производительность видеоподсистемы ПК технологии "двойных" видеокарт [SLI (NVidia), CrossFire (ATI/AMD)]. Профессиональные видеокарты имеют драйвера, сертифицированные ведущими производителями программного обеспечения ГИС и САПР, но стоят гораздо дороже.

Трёхмерные модели и виртуальные геоизображения.

Трёхмерное моделирование в настоящий момент одно из самых быстроразвивающихся направлений использования ЦМР, как и ЦММ в целом. Отличие трёхмерной модели от двумерной вполне очевидно: можно визуально оценить особенности местности, его изменчивость и прочие характеристики. Для создания трёхмерной модели некоторой местности можно воспользоваться ортоизображением, которое представляет собой космический снимок или аэрофотографию с устранёнными искажениями, в результате чего масштаб всех точек выравнивается. Подготовленное ортоизображение как бы "натягивается" на поверхность, созданную по цифровой модели рельефа. После такой обработки можно получить достаточно реалистичное 3D-изображение. Однако, такое совмещение ортоизображения и ЦМР не всегда могут точно совпадать, поскольку некоторые части рельефа могут быть видоизменены

из-за наличие растительности, снега или других природных явлений. Кроме того, ортоизображение как правило содержит и тени от объектов. В итоге полученное трёхмерное изображение будет зависеть от времени года и времени суток. Для устранения таких эффектов и увеличить качество текстуры рельефа местности необходима дополнительная обработка ортоизображений - дополнительная цифровая фильтрация и ретуширование.

Интенсивное развитие трёхмерного моделирования и анимационных технологий привело к созданию виртуальных геоизображений. Они сочетают в себе свойства карты, перспективного снимка, блок-диаграммы и компьютерной анимации. С помощью виртуального моделирования можно построить различные тематические признаковые пространства.

Виртуальные геоизображения - это многомерные пространственно-временные модели, представляющие в элементарных ячейках информацию пространства-времени области поверхности Земли. Создание виртуальных геоизображений предполагает наличие эффектов трёхмерности и анимированности смены рельефа при изменении точки наблюдения. Эти эффекты помогают создать иллюзию присутствия на моделируемой местности и возможности взаимодействия с окружающим пространством. Поскольку прочие объекты заполнения виртуальной реальности (помимо рельефа) оптимальнее всего моделируются в прямоугольной системе координат, то и большинство моделей для создания виртуальной реальности также строятся в общеземных прямоугольных системах координат (например, Гаусса–Крюгера). Однако, в этом случае основу виртуальных геоизображений - модель рельефа необходимо адаптировать или пересчитывать согласно этим координатам. Таким образом создание виртуального геоизображения предполагает наличие следующей информации:

- цифровой модели рельефа;
- растрового изображения местности (ортоизображения);

- векторных данных;
- дополнительных растровых изображений;
- анимации;
- а также прочих специальных объектов.

Несомненно, основой виртуальных ЦММ является цифровая модель рельефа, она определяет степень соответствия виртуальной модели и реальной местности. Чем точнее и детальнее будет ЦМР, тем реалистичнее получится виртуальное изображение. Однако, здесь также необходимо исходить из принципа оптимальности, поскольку чем подробнее ЦМР, тем больше компьютерных ресурсов она будет затрачивать.

Несомненно, ЦММ инженерного назначения, является главной основой для создания наиболее полного виртуального изображения, напоминающего моделируемую местность.

Наибольшее распространение в плане обзорности получили следующие модели виртуальных изображений: просмотр трёхмерных статических рельефов, облёт местности в реальном времени, объезд местности в реальном времени, запись полёта по траектории с возможностью изменения направления полёта, запись полёта по траектории без возможности изменения. Записи полётов предполагают сохранение виртуального полёта в видеофайл с возможностью дальнейшего просмотра.

Применение виртуальных геоизображений используется для демонстрации в качестве учебных пособий и в виде презентации на различных мероприятиях. Более серьёзного научного применения для пространственного анализа данный вид моделирования пока не несёт, поскольку для трёхмерного представления изображений по ЦМР, их адаптация к прямоугольным координатам, добавление различных объектов и анимация, дополнительно связаны с написанием сложных алгоритмов и большими затратами компьютерных ресурсов, что не оправдывается полученными возможностями для анализа.

Виртуальные геоизображения имеют следующее практическое применение:

- культурно-историческое - воссоздание ландшафтов и событий определённой исторической эпохи;
- тренировочное - моделирование полёта авиации, поездки на автомобиле или боевой технике для тренажёров по обучению соответствующим навыкам;
- планировочное - визуализация стратегических планов хозяйственных и боевых операций;
- рекламно-пропагандистская направленность;
- для пропагандирования самих виртуальных моделей, а также для эффективной рекламы некоторых видов продукции.

Основное применение виртуальных ЦММ - это их использование в САПР для визуализации проектных решений.

Тема №6. Принципы формирования ЦММ.

Темы лекций:

13. [Общие положения формирования ЦММ.](#)
14. [Математическая и координатная основа ЦММ. Организация послойности в ЦММ](#)
15. [Точность создания и приемка ЦММ. Оценка качества данных в составе ЦММ.](#)

Лекция 13. Общие положения формирования ЦММ.

ЦММ входят составной частью в информационное обеспечение географических информационных систем, систем автоматизированного проектирования и ведения кадастров различного назначения, систем навигации и позиционирования.

В указанных системах ЦММ служат картографической основой для пространственной привязки баз тематических

данных, получаемых в результате проведения инженерных изысканий, земельно-кадастровых работ, межевания земель, статистических исследований, различных специальных работ и обследований.

Главной целью при формировании цифровой модели местности, является создание ЦММ единой структуры с едиными требованиями к входящим данным и результату моделирования.

Для формирования ЦММ используют методы и средства, обеспечивающие создание таких пространственных данных, которые обеспечивают соответствие модели требованиям применяемых стандартов.

При создании конкретной ЦММ могут быть использованы любые материалы и данные, обладающие требуемыми достоверностью, современностью и точностью, в том числе материалы и данные Государственного картографо-геодезического фонда и справочно-информационных систем других ведомств.

Предпочтительными методами и средствами являются:

- цифровая обработка материалов наземной автоматизированной топографической съемки;
- цифровая фотограмметрическая обработка материалов аэро-съемки и космической съемки;
- цифрование картографических материалов;
- автоматизированная генерализация топографической информации для создания ЦММ мелких масштабов из ЦММ более крупных масштабов.

Данные ЦММ подлежат обновлению для поддержания их соответствия с современным состоянием местности.

Обновление данных ЦММ выполняется:

- оперативно (топографический мониторинг) - на особо важные районы, а также на районы интенсивного развития (города, населенные пункты, зоны жилищного строительства, места освоения полезных ископаемых, участки строительства дорог и

линейных сооружений, территориально-производственные комплексы и т.п.) путем сбора и систематизации информации по данным дистанционного зондирования, картографическим материалам специального (отраслевого) назначения, другим источникам информации об объектах местности, подлежащих отображению в ЦММ;

- периодически (на остальные районы) - по материалам, получаемым в результате специально проводимых топографических съемок.

При уточнении для конкретной ЦММ состава объектов, атрибутов объектов и значений атрибутов руководствуются положениями, определяющими масштабы карт и планов, которые необходимы для решения тех или иных задач.

При работе с ЦММ масштаб является интегральным показателем полноты и точности данных.

Нагрузку ЦММ пространственными объектами и их атрибутивными данными выбирают в зависимости от назначения ЦММ и решаемых с ее помощью задач.

Формирование и использование ЦММ требует установления всех необходимых топологических отношений между объектами модели.

Топологические отношения устанавливаются с помощью координат одной или нескольких (в зависимости от типа связи) общих точек двух объектов.

В ЦММ должны быть реализованы следующие типы топологических отношений:

- соседство - координаты каждой точки одного полигонального объекта должны совпадать с координатами каждой точки другого полигонального объекта, находящегося с ним в пространственной связи;

- вложенность - объект должен находиться внутри полигонального объекта, не выходя за его границы.

Пример - Строения в квартале, а кварталы в населенном пункте;

- совмещение - координаты точек линейных объектов должны иметь одинаковое значение на совпадающих участках;
- пересечение - пересекающиеся объекты должны иметь одинаковые координаты точек пересечения;
- примыкание - примыкающие объекты должны иметь одинаковые координаты точки в месте примыкания;
- продолжение на смежном листе - сводимые объекты местности должны иметь общие точки на границе смежных ЦММ.

В ЦММ применяют следующие топологические отношения:

- внутренние - части объекта должны иметь топологические отношения между собой;
- межобъектные - самостоятельные смежные объекты должны иметь общие узлы и дуги;
- межслойные - топологические отношения устанавливаются между объектами разных слоев.

Цифровая модель рельефа, в составе ЦММ, представляемая нерегулярной сетью треугольников для съемки в масштабах 1:2000-1:200 или матрицей высот, дб не связана с текущим видом отображения рельефа горизонталями в ЦММ.

В зависимости от способа дальнейшего использования, созданная цифровая модель местности должна иметь возможность вывода из ЭВМ, как в цифровом, так и в графическом виде.

Лекция 14. Математическая и координатная основа ЦММ. Организация послыности в ЦММ.

При формировании ЦММ должны быть определены все элементы математической и геодезической основы. К таким элементам относятся:

- наименование и параметры используемого эллипсоида;

- наименование и параметры используемой картографической проекции;
- наименование и параметры используемой системы координат и высот;
- способ и параметры разграфки номенклатурных листов.

Допускается не приводить сведения о разграфке, если ЦММ создана на произвольную территорию без ее разделения на отдельные участки. На территориях существующих населенных пунктов и крупных действующих предприятий принятая разграфка и номенклатура листов планов должны быть сохранены.

Организация послойности в ЦММ

Для обеспечения послойности ЦММ ориентируются на положения местных государственных геодезических структур, ведущих электронные архивы данных по ЦММ, которые стандартизируют организацию и классификацию слоёв.

При создании ЦММ возможная следующая классификация для послойности:

- математическая основа;
- опорные пункты;
- рельеф суши;
- гидрография и гидротехнические сооружения;
- населенные пункты;
- промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты;
- дорожная сеть и дорожные сооружения;
- растительный покров и грунты;
- границы, ограждения и прочие объекты;
- подземные сооружения;
- инженерные сети;
- подписи собственных названий объектов и пояснительные подписи (качественные и количественные характеристики и другие пояснения).

Обеспечение многослойности ЦММ даёт возможность совмещать существующую местность и проектные решения.

Лекция 15. Точность создания и приемка ЦММ. Оценка качества данных в составе ЦММ.

Точность ЦММ оценивается по величинам средних расхождений положения предметов и контуров местности на планах, а также в высотах точек, рассчитанных по триангуляции, с данными контрольных полевых измерений.

ЦММ должна содержать координатные данные, описывающие положение объектов местности с точностью, которая соответствует требованиям нормативных документов, предъявляемым к точности топографических карт и планов соответствующих масштабов.

Следует учитывать, что комплексное моделирование местности, в том числе и моделирование с помощью ЦММ, требуют описания как объектов с твердыми контурами, так и объектов, контуры которых на местности не являются однозначно определяемыми (леса, болота, луга и др.). Требования к точности описания местоположения объектов второй группы в составе крупномасштабных картографических материалов существенно ниже, чем к точности описания объектов первой группы.

Согласно п. 5.7.1.11 СН 1.02.01-2019 «Инженерные изыскания для строительства» точность ЦММ должна соответствовать точности инженерно-топографического плана соответствующего масштаба, в зависимости от способа дальнейшего использования, созданная ЦММ, может быть, представлена как в цифровом, так и в графическом виде.

Согласно пунктов СН 1.02.01-2019 «Инженерные изыскания для строительства» формируемая ЦММ должна соответствовать следующим требованиям:

5.7.1.13 Средние погрешности положения на инженерно-топографических планах изображений предметов и контуров местности с четкими очертаниями относительно ближайших точек съемочной геодезической сети не должны превышать 0,5 мм, а в залесенных районах – 0,7 мм в масштабе создаваемого плана. На территориях с капитальной застройкой предельные погрешности взаимного положения на плане углов капитальных зданий и сооружений и иных координированных точек, расположенных одна от другой на расстоянии до 50 м, не должны превышать 0,4 мм в масштабе создаваемого плана.

5.7.1.14 Средние погрешности съемки рельефа относительно ближайших точек съемочной геодезической сети не должны превышать от принятой высоты сечения рельефа:

- 1/4 – при углах наклона до 2° включ.;
- 1/3 – при углах наклона св. 2° до 6° – для планов в масштабах 1:5000 и 1:2000 и до 10° – для планов в масштабах 1:1000–1:200.

В районах с углами наклона рельефа св. 6° для планов масштабов 1:5000 и 1:2000 и св. 10° – для планов масштабов 1:1000–1:200 число горизонталей должно соответствовать разности высот, определенных на перегибах скатов, а средние погрешности высот, определенных на характерных точках рельефа, не должны превышать 1/3 принятой высоты сечения рельефа. На залесенных участках местности указанные допуски увеличиваются в 1,5 раза.

5.7.1.15 Точность ЦММ оценивается как точность инженерно-топографических планов по значениям средних расхождений положений предметов и контуров местности на планах, а также в высотах точек, рассчитанных по горизонталям, с данными контрольных полевых измерений.

Предельные расхождения не должны превышать удвоенных значений допустимых средних погрешностей. Расхождения, превышающие предельные, должны устраняться в поле,

при этом их количество не должно превышать 10 % от общего числа контрольных измерений.

5.7.1.16 Инженерно-топографические планы и ЦММ должны быть вычерчены и оформлены в соответствии с действующими условными знаками. Топографические планы масштабов 1:5000 и 1:2000 и ЦММ создаются в соответствии с требованиями ГКНП-02-004-2010 «Основные положения по созданию топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500»; оформляются и вычерчиваются в соответствии с требованиями «Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500». Инженерно-топографические планы и ЦММ в масштабах 1:1000–1:200 оформляются и вычерчиваются в соответствии с требованиями ТКП 45-1.02-293.2014(02250) «Инженерные изыскания для строительства. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:2000, 1:1000, 1:500»

Сформированная ЦММ должна проверяться и приниматься в поле. Приемка ЦММ оформляется актом.

Оценка качества данных в составе ЦММ.

Оценка качества пространственных данных осуществляется на этапах жизненного цикла ЦММ путем контроля качества:

- исходных данных, используемых для создания или обновления ЦММ;
- в процессе создания или обновления ЦММ;
- после завершения процесса создания или обновления ЦММ;
- в процессе преобразования ЦММ с учетом требований пользователя.

Результаты оценки качества данных в составе ЦММ должны содержать сведения о:

- полноте данных - наличии и отсутствии объектов, их атрибутов и отношений, которые должны присутствовать в со-

ответствии с требованиями, установленными для ЦММ того или иного масштаба;

- логической согласованности данных - степени соответствия данных правилам цифрового описания картографической информации, соответствии значений атрибутов области допустимых значений, топологической согласованности;

- позиционной точности данных - точности положения объектов ЦММ;

- актуальности данных - сведений о времени создания, обновления или преобразования данных, а также точности временных атрибутов и временных отношений объектов;

- атрибутивной (тематической) точности - точности количественных атрибутов и корректности неколичественных атрибутов и классификаций объектов и их отношений.

Тема №7. Сбор данных для формирования ЦММ.

Темы лекций:

16. [Перечень инженерно-геодезических работ, выполняемых для формирования ЦММ.](#)

17. [Состав данных в ЦММ. Нормативно-технические документы по формированию ЦММ.](#)

18. [Цифровые инженерно-топографические планы](#)

Лекция 16. Перечень инженерно-геодезических работ, выполняемых для формирования ЦММ.

Сбор данных для формирования ЦММ ведется различными методами и средствами.

Как мы уже рассмотрели, в предыдущей теме лекций, предпочтительными методами и средствами являются:

- цифровая фотограмметрическая обработка материалов аэросъемки и космической съемки;
- цифровая обработка материалов наземной автоматизированной топографической съемки;
- цифрование картографических материалов;
- автоматизированная генерализация топографической информации для создания ЦММ мелких масштабов из ЦММ более крупных масштабов.

При выборе метода сбора топографо-геодезических данных и их полноты для создания ЦММ инженерного назначения, которая является основой для выполнения проектных работ в САПР, руководствуются нормативным документом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь СН 1.02.01-2019 «Инженерные изыскания для строительства».

В состав инженерно-геодезических работ, при изысканиях для строительства, входят:

- сбор и анализ материалов и данных изысканий прошлых лет;
- построение (развитие) опорных геодезических сетей 3 и 4 класса, 1 и 2 разряда и нивелирных сетей II, III и IV класса;
- создание плано-высотной съемочной геодезической сети;
- топографическая съемка в масштабах 1:10 000-1:500 со съемкой подземных и надземных сооружений;
- обновление инженерно-топографических планов в масштабах 1:10 000 - 1:500;
- геодезические работы по трассам линейных сооружений;
- обновление имеющихся топографических планов и карт в случае несоответствия их современному состоянию ситуации и рельефа;
- инженерно-гидрографические съемки рек и водоемов;
- перенесение в натуру и привязка инженерно-геологических выработок, геофизических и других точек;

- геодезические работы для обоснования проектов реконструкции и технического перевооружения существующих предприятий, зданий и сооружений, включая их наружные обмеры, координирование, съемки подземных и надземных сооружений, существующих железных и автомобильных дорог;
- составление и размножение инженерно-топографических планов.

При выполнении инженерно-геодезических изысканий для реконструкции и расширения действующих предприятий дополнительно выполняются:

- координирование углов капитальных зданий (сооружений), центров стрелочных переводов и вершин углов железнодорожных путей, колодцев, камер, опор инженерных коммуникаций и других точек;
- детальное обследование инженерных коммуникаций, подлежащих реконструкции или переустройству, а также опор или колодцев (камер) в местах подключения проектируемых коммуникаций;
- съемка внутриплощадочных железных и автомобильных дорог;
- детальные наружные обмеры зданий (сооружений) и установок;
- геодезическое обеспечение режимных наблюдений, включая наблюдения за деформацией зданий и сооружений.

Допускается выполнение работ по восстановлению строительных сеток.

При съемке внутриплощадочных железнодорожных путей определяется положение геометрических элементов пути (центры стрелочных переводов, начало и конец кривых, радиусы кривизны и вершины углов), выполняются обмеры стрелочных переводов, нивелирование головок рельсов и поперечных профилей путей, выявляются номера путей и элементов путевого хозяйства.

По результатам сбора и анализа материалов изысканий прошлых лет должны быть получены сведения о системе координат и высот опорных геодезических сетей, о времени и методах выполнения топографических съемок, их масштабах, высоте сечения рельефа.

Для формирования ЦММ используют материалы топографических съемок, выполняемых при проведении инженерно-геодезических изысканий.

Масштабы съемок и высоты сечения рельефа должны устанавливаться в соответствии с таблицей масштабов (рис. 22.)

Характеристика участка съемки	Масштаб съемки	Высота сечения рельефа, м
Территория с капитальной застройкой с подземными и надземными сооружениями	1:500	0,5
Незастроенная территория или малозастроенная территория с одноэтажной застройкой с незначительным количеством подземных и надземных сооружений	1:5000-1:1000	2; 1; 0,5
Территории для новых микрорайонов, кварталов и групп зданий	1:1000; 1:500	0,5
Трассы линейных сооружений на застроенных территориях	1:2000-1:500	1; 0,5
Трассы линейных сооружений на незастроенных территориях	1:5000-1:1000	2; 1; 0,5
<i>Примечание</i> - На незастроенной территории в сложных геоморфологических условиях допускается выполнять топографическую съемку в масштабе 1:500 при соответствующем обосновании в программе работ.		

Рис. 22. Таблица масштабов.

При съемке асфальтированных территорий, спланированных площадок, участков с плоским равнинным рельефом для проекта вертикальной планировки при аэродромном строительстве и подготовке поверхности для мелиоративного строительства допускается высота сечения рельефа через 0,25 м.

Топографическую съемку следует выполнять при высоте снежного покрова не более 20см. Инженерно-топографические планы и ЦММ, составленные по материалам съемки, выполненной при высоте снежного покрова более 20 см, подлежат обновлению в благоприятный период года.

Геодезической основой, при создании ЦММ, являются пункты опорных геодезических сетей, точки съемочных сетей и точки фотограмметрического сгущения.

Координаты и высоты пунктов (точек) геодезических сетей следует вычислять в системе прямоугольных координат 1963 г. и в Балтийской системе высот 1977 года.

При создании ЦММ в населенных пунктах, на площадках действующих промышленных комплексов, предприятий и организаций, расположенных за пределами населенных пунктов, должна быть сохранена ранее принятая система координат и высот.

Объем камеральных работ по созданию ЦММ, выполняемых в полевых условиях, должен обеспечить возможность контроля качества и полноты выполняемых полевых работ.

Лекция 17. Состав данных в ЦММ. Нормативно-технические документы по формированию ЦММ.

ЦММ инженерного назначения должна быть составлена в соответствии с действующими условными знаками- ТКП 45-1.02-293-2014 (02250) «ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. Условные обозначения для инженерно-топографических планов масштабов 1:1000, 1:500, 1:200».

- В ЦММ в масштабов 1:5000 - 1:500 подлежат отображению действующими условными знаками:

- пункты геодезических сетей, закрепленные постоянными знаками (наносятся по координатам);

- здания и сооружения;
- дорожная сеть и сооружения на ней;
- гидрография и гидротехнические сооружения;
- закрепленные на местности границы и ограждения;
- рельеф местности с применением горизонталей, отметок высот и условных знаков
(обрывов, воронок, осыпей, оврагов и т.п.);
- растительный покров (леса, кустарники, сады, луга и др.);
- грунты (пески, галечники, болота и др.);
- подземные и надземные коммуникации и сооружения.

При отображении элементов ситуации и рельефа местности следует учитывать указания, приведенные в пояснениях к действующим условным знакам.

- На ЦММ в масштабах 1:5000 и 1:2000 не следует показывать:
 - нежилые строения индивидуального пользования площадью менее 1,5 кв.м в масштабе ЦММ;
 - отмостки и внутриквартальные проезды шириной менее 1 м в масштабе ЦММ;
 - деревянные и живые изгороди высотой менее 1м;
 - подземные коммуникации на территориях городов и промышленных площадок предприятий, кроме магистральных сетей.

Примечание - К магистральным сетям относятся сети подземных и надземных коммуникаций от источников снабжения до микрорайонов, кварталов и предприятий.

- На ЦММ не показывают переносные и временные сооружения, временные заборы и сооружения на строительных площадках, архитектурные выступы и уступы зданий и сооружений вели-

чиной до 0,5 мм в масштабе ЦММ, а также контуры сельскохозяйственных угодий на плане до 50 кв.мм.

- Топографическую съемку контуров застройки, подлежащей сносу, допускается выполнять с меньшей детальностью и точностью, чем это требуется при съемке капитальной застройки в соответствующем масштабе. Требования к меньшей детальности и точности съемки должны быть предусмотрены программой изысканий.
- Полосу отвода железных и автомобильных дорог, границы землепользований и отводов, административные границы следует наносить на ЦММ по имеющимся в натуре граничным ограждениям и знакам или официальным документам местных органов власти по специальному заданию или дополнительным требованиям в задании.
- На ЦММ в масштабах 1:1000-1:500 при съемке железных и автомобильных дорог необходимо показывать километровые и пикетажные столбы, а в масштабах 1:5000 и 1:2000 - только километровые столбы.
- На ЦММ в масштабах 1:2000-1:500 следует показывать все опоры (столбы) линий электропередачи и связи, а на ЦММ в масштабе 1:5000 - только опоры линий электропередачи высокого напряжения и поворотные столбы линий низкого напряжения и связи.
- На ЦММ следует показывать все здания, выражающиеся в масштабе по проекции цоколя с передачей его выступов, уступов и фигурных архитектурных деталей. При этом должны быть указаны: материал постройки, этажность, номер и назначение. На планах в масштабе 1:2000 при индивидуальной застройке с упорядоченной нумерацией допускается подписывать номера зданий только по углам кварталов или через 5-10 зданий. По назначению здания следует подразделять на жилые, нежилые и общественного назначения.
- Топографическую съемку рек, ручьев, каналов и других водотоков при ширине их изображения на ЦММ более 3 мм следу-

ет выполнять по двум берегам, а при ширине до 3 м - по одному берегу. Высоты урезов должны быть подписаны с указанием даты их определения, не реже, чем через 15 см вдоль водотока на ЦММ.

- При съемке леса должны определяться: преобладающая порода, средняя высота деревьев, толщина их на высоте 1,5 м, средние расстояния между деревьями, контуры вырубков, гарей, полян и сельскохозяйственных угодий, находящихся среди леса. Отдельно стоящие деревья подлежат съемке и нанесению на планы всех масштабов. Деревья толщиной более 5 см, расположенные вдоль проездов, на площадях, в аллеях и скверах, подлежат подеревной съемке и нанесению на планы в масштабах 1:1000-1:500. Деревья толщиной менее 5 см, расположенные группами, следует показывать на планах контуром, а при линейном расположении - наносить только крайние деревья с пояснительной надписью "молодая посадка". Съемка деревьев, расположенных внутри кварталов и дворов, в парках и лесных массивах, а также фруктовых деревьев в садах и приусадебных участках выполняется по специальному заданию.
- При съемке болот следует показывать на планах их растительный покров.
- Рельеф местности в составе ЦММ представляется ЦМР представленной триангуляцией Делоне с ограничениями и визуализацией горизонталями. Для изображения характерных особенностей рельефа (вершины, котловины, седловины, поймы рек и др.) создается скелет рельефа.

На участках с плотной застройкой допускается характеризовать рельеф местности высотами без проведения горизонталей.

Кладбища, изрытые участки, строительные площадки, карьеры и свалки характеризуются высотами по их контуру и в отдельных местах внутри контура без проведения горизонталей.

- На ЦММ в масштабах 1:500 и 1:1000 высотными пикетами должны быть охарактеризованы:
 - головки рельсов железных дорог;
 - углы, цоколи или полы капитальных зданий;
 - верх и низ подпорных стенок, укрепленных откосов и бетонированных лотков, плотин, мостов и других объектов;
 - площадки у входов в капитальные здания;
 - места изменения профиля спланированных поверхностей и мощения;
 - обечайки колодцев подземных коммуникаций, земля или мощение у колодца, а также расположенные в колодце трубы, кабели, каналы. Высоты по дорогам и проездам должны выписываться по поперечным профилям, размещенным не реже чем через 8 см на ЦММ.
- На ЦММ должны указываться собственные (официальные) названия населенных пунктов, улиц, рек, озер, источников, болот, лесов и других географических объектов.
- По окончании создания ЦММ и сдачи ее в архивные организации, выполняется сводка по тем сторонам границы работ, к которым примыкают созданные в том же году или ранее ЦММ того же масштаба.

Сбор данных для нанесения на ЦММ существующих подземных и надземных инженерных сооружений.

До начала полевых работ по съемке существующих подземных и надземных сооружений должны быть собраны исполнительные чертежи, инженерно-топографические планы, проектные, инвентаризационные и другие материалы о наличии, технических характеристиках и планово-высотном положении подземных и надземных сооружений. На основе анализа собранных материалов устанавливается возможность их использования в намечаемых работах.

Рекогносцировка производится для отыскания на местности по внешним признакам местоположения и назначения подземных инженерных коммуникаций.

При обследовании подземных и надземных сооружений должны быть определены следующие элементы и технические характеристики:

по водопроводу

- материал и наружный диаметр труб;
- назначение (хозяйственно-питьевой, производственный);

по канализации

- характеристика сети (напорная, самотечная);
- назначение (бытовая, производственная, дождевая);
- материал и диаметр труб (внутренний для самотечных и наружный для напорных сетей);

по теплосети

- тип прокладки (канальная или бесканальная);
- тип канала (проходной, полупроходной, непроходной);
- материал и внутренние размеры канала;
- количество и наружный диаметр труб;

по газопроводу

- наружный диаметр и материал труб;
- давление газа (низкое, среднее, высокое);

по кабельным сетям

- напряжение электрических кабелей (высоковольтные - 6 кВ и выше, низковольтные);

- направление (номера трансформаторных подстанций) для высоковольтных кабелей;

- условия прокладки (в канализации, в коллекторах, бронированный кабель);

- принадлежность кабелей связи;

- количество отверстий в телефонной канализации;

- материал и размеры распределительных пунктов, трансформаторных подстанций,

телефонных шкафов и коробок;

по подземному дренажу

- материал и наружный диаметр труб;

- поперечное сечение галерейных дрен, глухих коллекторов.

Габариты камер и колодцев надлежит отображать в масштабе ЦММ, если их площадь составляет в натуре более 4 м² при съемке в масштабе 1:500 и 9 м² при съемке в масштабе 1:1000.

При съемках в масштабах 1:2000 и 1:5000 обмер габаритов камер не выполняется.

Координирование выходов, углов поворота и других точек подземных и надземных сооружений, а также детальное обследование подземных и надземных коммуникаций с обмерами габаритов камер, колодцев, опор и конструктивных элементов трубопроводов, с составлением зарисовок, и эскизов, определение напряжения и числа проводов, марки проводов и кабелей, габаритов и номеров опор, расположения прокладок и проводов на опорах, высот опор и эстакад выполняется при наличии специального задания.

При создании ЦММ должны быть отражены:

по водопроводу

- ось трубопровода, углы поворота, вводы в дома, выпуски, центры люков колодцев,

водозаборные и питьевые колонки, пожарные гидранты и поливочные краны;

по канализации

- ось коммуникации, бесколодезные повороты, центры люков колодцев и камер, выводы из

домов, решетки дождеприемников, аварийные выпуски;

по теплосети

- ось трубопроводов, углы поворота, вводы и выводы в здания, центры люков камер, места

выходов на поверхность;

по газопроводу

- ось трубопроводов, углы поворотов, места входов в дома, места выходов на поверхность,

центры люков колодцев и крышек коверов, газорегуляторные пункты;

по силовым кабельным сетям

- ось кабелей, вводы и выходы в здания и сооружения, центры люков колодцев;

по телефонным сетям

- ось телефонной канализации или кабеля, центры люков колодцев, места ввода в дома, распределительные шкафы, коробки, щиты, телефонные будки;

по дренажу

- оси трубопроводов, галереи для сифонных труб, трубчатого коллектора, центры люков смотровых колодцев.

Нивелирование подземных сооружений, для создания ЦММ, включает определение с точностью технического нивелирования высот люков (обечаек) всех колодцев, земли или мощения у колодца (если их высоты отличаются более чем на 10 см), а также высот, расположенных в колодце труб, лотков, каналов и кабелей промерами от обечайки с отсчетом до 1 см.

В колодцах и камерах подлежат нивелированию:

- в самотечных сетях - дно лотка; в перепадных колодцах, кроме того, высота низа входящей трубы; в колодцах-отстойниках - дно колодца, низ входящей и выходящей трубы;

- в каналах и коллекторах - верх и низ каналов (коллекторов);

- в кабельных сетях - место пересечения кабеля со стенками колодца или верх пакета при кабельной канализации.

Фиксация точек скрытых подземных коммуникаций выполняется с помощью приборов поиска, как правило, через 20, 30, 50 и 100 м при съемках в масштабах 1:500, 1:1000, 1:2000 и 1:5000 соответственно.

Глубина заложения бесколодезных прокладок должна фиксироваться приборами поиска дважды, как правило, в разные стороны от оси трассы. Расхождения между результатами измерений не должны превышать 15%.

Средние погрешности в положении на ЦММ скрытых точек подземных сооружений, определенных с помощью приборов поиска, относительно ближайших капитальных зданий и точек съемочной геодезической сети, не должны превышать 0,7 мм в масштабе ЦММ.

Нормативные документы по созданию ЦММ.

1. СН 1.02.01-2019 «Инженерные изыскания для строительства»;

2. ТКП 45-1.02-293-2014 (02250) Инженерные изыскания для строительства. Условные обозначения для инженерно-топографических планов масштабов 1:1000, 1:500, 1:200.

ГКИНП 02-033-82 - Инструкция по топографической съемке в масштабах 1_5000, 1_2000, 1_1000 и 1_500;

3. ГКНП 02-004-2010 Основные положения по созданию топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500;

4. СТБ 1025-96 - Цифровая картография. Цифровое представление топографических карт и планов;

7. ТКП 014-2005 Цифровые карты местности. Порядок создания и обновления цифровых топографических карт и планов.

Лекция 18. Цифровые инженерно-топографические планы

Цифровые инженерно-топографические планы.

Инженерно-топографический план - картографическое изображение на специализированном плане, созданном или обновленном в цифровой, графической и иных формах, элементов ситуации и рельефа местности (в том числе дна водотоков, водоемов), ее планировки, пунктов (точек) геодезической основы, существующих зданий и сооружений (подзем-

ных, наземных и надземных) с их техническими характеристиками.

Цифровые инженерно-топографические планы создаются на основе автоматизированных методов (передача информации с электронных накопителей геодезических приборов) или путем оцифровки графического изображения планов и последующей векторизации растровых файлов, полученных после сканирования бумажных планов.

При ограниченных объемах оцифровки инженерно-топографических планов используются дигитайзеры со стандартной точностью не ниже 0,25 мм или с повышенной точностью (0,1 мм и выше) в зависимости от точности создаваемого инженерно-топографического плана или выполняется ручной ввод исходной информации по материалам топографической съемки.

Точность цифрового инженерно-топографического плана должна быть не ниже точности инженерно-топографического плана в графическом виде соответствующего масштаба. Информация цифрового инженерно-топографического плана должна соответствовать действующим условным знакам для топографических планов.

При создании цифровых инженерно-топографических планов и карт, банков инженерно-геодезических данных, геоинформационных систем (ГИС) поселений и предприятий, а также при других процессах автоматизированной обработки результатов инженерно-геодезических изысканий должны использоваться утвержденные в установленном порядке классификаторы единой системы классификации и кодирования топографической и картографической.

Требование к организации топографо-геодезической информации, содержащейся в цифровом топографическом плане такие же, как и требования к организации информации содержащейся в ЦММ, с одним существенным отличием, что в составе цифрового инженерно-топографического плана может

отсутствовать цифровая модель рельефа, в виде триангуляционной поверхности. Рельеф местности в составе цифрового топографического плана может быть представлен в виде горизонталей и отметок высот. То, что касается ситуационных особенностей местности, изображаемых на цифровых топографических планах, то она отображается послойно, в принятых условных знаках, согласно требованиям геодезических служб ведущих архивы материалов инженерно-геодезических изысканий.

Сканирование материалов инженерных изысканий.

Преобразование оригиналов текстовых и графических документов в цифровые данные (электронные образы) на компьютерных рабочих станциях в черно-белом варианте проводится уже давно и имеет свои плюсы. Но с развитием программных и аппаратных средств, и переходом с растровой на векторную технологию ведения инженерно-топографических планов целесообразно выполнять цветное сканирование планов подземных коммуникаций.

Цветное растровое изображение имеет существенное преимущество перед черно-белым — большую информативность, что привело к существенному сокращению времени обработки исходного материала за счет быстрой идентификации объектов, особенно в условиях их большой концентрации и насыщенности на оригинале, и к повышению точности выходной продукции за счет возможности «зуммирования» изображения в широких пределах (рис.23).



Рис.23. Пример цветного растрового инженерно-топографического плана.

Основа получения качественного растрового изображения — сканирующее устройство.

В местах большой насыщенности коммуникаций и строений черно-белое изображение неспособно точно отразить реальную ситуацию на планшете.

Возникают сложности и из-за цветовой неоднородности планшета, когда практически невозможно, используя 1-битное сканирование, растривать документ без потери данных. На фоне этого единственный недостаток цветного раstra — объем получаемых графических файлов, который зависит от развития компьютерных технологий и программного обеспечения.

Изображения, полученные при сканировании, имеют искажения, вызванные как качеством сканируемого материала, так и работой самого сканера. Устранить эти искажения можно, используя различные программные продукты по трансформированию растровых изображений. Одним средством Microstation. Для компенсации погрешностей применяются метод сравнения с тест-эталоном и соответствующие трансформации раstra. Улучшенное изображение записывается в

формате GeoTIFF, несущем географическую координату растра. В дальнейшем полученное из широко используемых программных продуктов является продукт компании КРЕДО-ТРАНСФОРМ.

Программа ТРАНСФОРМ предназначена для обработки растровых файлов, полученных в результате сканирования картографических и геодезических материалов, схем и чертежей.

Основные функциональные возможности системы:

- сканирование различных документов;
- чтение растровых изображений;
- отображение с выбором масштаба растровых изображений;
- просмотр в пользовательской системе координат картографических материалов интернет-сервисов WMS (веб-карты);
- возможность сохранения выбранного фрагмента веб-карты с заданным уровнем детализации в проект в пользовательской системе координат;
- трансформация – устранение нелинейных искажений растрового материала, обусловленных деформацией исходного документа, погрешностью сканирования или другими факторами;
- топографическая привязка растровых фрагментов в используемой системе координат;
- трансформирование одиночного космического снимка – ортокоррекция;
- преобразование растра по опорным точкам, расположенным вдоль линии;
- сшивка (объединение) нескольких фрагментов в единое растровое поле в единой системе координат;
- редактирование растровых изображений с помощью набора инструментов (цветность, контрастность и т.п.);
- пересчет растра из одной пользовательской СК в другую пользовательскую;

- печать чертежей, оформленных в соответствии с нормативными документами; разбивка на листы, если размер чертежа превышает формат печатающего устройства;
- экспорт участка, выбранного контуром, отдельных фрагментов или всего растрового поля в системы комплекса CREDO, системы Mapinfo, Arcview, PHOTOMOD, Панорама, и т.д.

Исходные данные

В программе обрабатываются растровые изображения любой глубины цвета (черно-белые, монохромные, цветные), отсканированные непосредственно в ТРАНСФОРМ или импортированные из файлов:

- схемы, планы, планшеты, листы топокарт, иные картматериалы в форматах: BMP, GIF, TIFF (GeoTIFF), JPEG, JPEG2000, PNG, CRF, ECW, RSW;
- растровые файлы BMP, GIF, TIFF, PNG, JPEG, JPEG2000, ECW с внешними файлами-спутниками привязок в форматах MapInfo (TAB), Worldfile (WLD, BPW, JGW, PGW, TFW, EWW), CREDO DOS (TIE), OziExplorer (MAP);
- растровые файлы с встроенной информацией о привязке в форматах CRF, ECW, RSW, TIFF (GeoTIFF);
- матрицы высот в форматах SRTM ASCII, GeoTIFF, MTW 2000, TXT;
- файлы с информацией о рациональных полиномиальных коэффициентах для космических снимков – RPC.

Также в программе можно работать со сверхвысокодальными спутниковыми снимками, просматривая их через сервисы Google Maps и Экспресс.Космоснимки.

Обновление цифровых инженерно-топографических планов.

Обновление инженерно-топографических планов в условиях бурного строительства в городе при минимальном бюджетном финансировании выполняется за счет производства работ в комплексе инженерно-геодезических изысканий за

счет средств заказчиков изысканий. Суть этой технологии сводится к использованию имеющихся данных геодезических организаций, ведущих архивы, и представление их во временное пользование в цифровом виде для актуализации материалов съемок прошлых лет на участок изысканий. Также этими архивными фондами выдается разрешение на производство инженерно-геодезических изысканий. После выполнения изыскательских работ по составлению цифровых инженерно-топографических планов на участок работ, все материалы подлежат обязательной сдаче в архивные организации, выдавшие разрешение на производство работ, для проверки качества, составленных цифровых топографических планов и получения печати согласований, для возможности выдачи заказчику копий, составленных цифровых инженерно-топографических планов. Для сдачи на проверку информацию с цифровых инженерно-топографических планов наносят на планшеты, в соответствии с разграфкой и номенклатурой в действующей системе координат, на участке работ.

Технологический процесс обновления цифровых топографических планов (ЦТП) включает:

- мониторинг актуальности содержания ЦТП и планирование работ;
- сбор, систематизацию данных и обновление ЦТП;
- преобразование цифровой графической информации
- для формирования издательского оригинала ЦТП;
- выходной контроль.

На первом этапе формируется производственное задание на выполнение комплекса работ по инженерно-геодезическим изысканиям, составление договора и расчет стоимости изыскательских работ, и получение разрешения на производство инженерно-геодезических изысканий.

Для определения границы участка для выполнения инженерно-геодезических изысканий составляется картограмма ранее выполненных инженерно-геодезических изысканий на

участок работ. Определив границы территорий, определяют, на основе каких материалов будет проводиться обновление цифровых инженерно-топографических планов. Материалы, предназначенные для обновления, в виде цифровых планшетов векторного или растрового вида передаются исполнителю на срок производства инженерно-геодезических изысканий. Если на участке отсутствуют материалы ранее выполненных инженерно-геодезических изысканий (цифровые планшеты), то исполнитель должен при сдаче на проверку и в архив свои цифровые инженерно-топографические, разбить на планшетов в соответствии с разграфкой, номенклатурой и системой координат, принятой на этом участке. Обязательным при сдаче в архив цифровых планшетов является заполнение формуляров, в соответствии с требованиями архивных структур.

Второй этап начинается с выезда бригады на местность. Определенный для обновления участок подвергается полному полевому обследованию. Если актуальность имеющегося в геоархиве материала подтверждается, исполнители приступают к обновлению цифрового инженерно-топографического в камеральных условиях. В противном случае полевая бригада выполняет топографическую съемку новых объектов

Непосредственное обновление цифрового топографического плана в камеральных условиях включает:

- векторизацию объектов по растровой копии оригинала топографического плана масштаба 1:500;
- векторизацию объектов по данным ортофотоплана;
- подготовку цифрового описания объектов местности по результатам топографической съемки;
- сводку обновленной территории с объектами ЦТП.

Эти виды работ могут выполняться в комплексе, так как зависят от используемого при обновлении ЦТП ресурса геоархива и результатов выезда полевой бригады на местность.

На третьем этапе на основе обновленного ЦТП формируется издательский оригинал топографического плана. Издательский оригинал предназначен для тиражирования ЦТП на бумажных носителях и должен соответствовать по своему содержанию и оформлению Условным знакам для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500.

Все обнаруженные при проверке ошибки и замечания маркируются, материалы возвращаются исполнителю на доработку. Исправленный материал в обязательном порядке подвергается повторному контролю.

Программные продукты.

Анализ программного обеспечения, применяемого для работы с материалами и данными инженерных изысканий, показывает следующие результаты.

Продукция корпорации Autodesk используется практически в 80 % пользователей, Mapinfo Corp. – 11% и т.д.,

В обзоре большинство программ – иностранные, однако, имеются и отечественные программные продукты. Одним из них является программный комплекс CREDO, разработанный СП «Кредо-Диалог» (Минск, РБ).

Программный комплекс КРЕДО имеет ряд достоинств, выделяющих его из числа других, ему подобных. Компания «Кредо-Диалог», разрабатывающая и внедряющая продукт, ведет постоянное развитие системы. Так, в 2000 г. на смену продуктам второго поколения (005) пришли системы третьего поколения.

Прежде всего, этот комплекс предназначен для обработки геодезических измерений, формирования ЦММ и решения инженерных задач, проектного характера. Поэтому программный комплекс получил широкое распространение среди организаций, выполняющих топографические работы. Кроме того, до недавнего времени КРЕДО был единственным продуктом, содержащим электронный классификатор, со-

ответствующую нормативным требованиям оп созданию ЦММ.

Тема №8. Системы крупномасштабного картографирования. Программный комплекс Кредо.

Темы лекций:

19. [Общие сведения. Основные функции комплекса CREDO III.](#)
20. [CREDO линейные изыскания сведения о системе. Состав разделяемых ресурсов](#)
21. [Построение ЦММ в среде CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ. Построение продольного профиля ЛТО.](#)

Лекция 19. Общие сведения. Основные функции комплекса CREDO III.

Системы крупномасштабного картографирования ориентированы на создание топографо-геодезической основы крупного масштаба (как правило, в диапазоне 1:500-1:5000) и используются преимущественно проектно-изыскательскими предприятиями и организациями. Обработываемые территории редко превышают несколько десятков квадратных километров, что допускает определение положения точек ЦММ как в государственной системе координат, так и в местной.

Создание топографо-геодезической основы (ЦММ) и подготовка на этой основе соответствующих проектов выполняется в едином технологическом цикле. Это обстоятельство допускает некоторые отступления от теоретически строгих схем представления геометрической и семантической информации, особенно в конкретной предметной сфере. В частности, возможно расширение перечня базовых геометрических элементов, уменьшение числа объектов топографического клас-

сификатора и насыщение его элементами инженерных сооружений различного назначения, использование разных принципов иерархической классификации, и т.д. Однако эти отступления не являются значительными и всегда отражаются в эксплуатационной документации ЦММ.

Чаще всего в системах автоматизированного крупномасштабного картографирования используются топологические объектно-ориентированные структуры векторной модели данных и собственный классификатор топографических объектов, созданный на базе обязательных к применению условных знаков топографических планов. Состав данных такого классификатора скорректирован применительно к предметной сфере проектирования.

В качестве примеров средств автоматизированного проектирования можно указать системы программного комплекса Кредо.

Реализуемый в современных технологиях процесс сбора данных, за исключением создания опорных геодезических сетей, не разделяется на создание планового, высотного обоснования, съемочные или обмерные работы. Поэтому файл данных, формируемый в процессе выполнения работ с использованием электронной регистрации, содержит всю совокупность измерений и введенной в процессе съемки семантической информации в порядке их регистрации. Кроме того, резко изменившиеся, по сравнению с традиционными нормативными характеристиками, точностные параметры современных средств измерений существенно расширяет выбор схем построения плановых и высотных сетей, что размывает границу между методами построений (трилатерация, триангуляция, полигонометрия).

Все это определяет методологическую основу программного комплекса Кредо, базирующуюся на двух основных принципах: комплексном подходе к обработке информации и модульной структуре программного обеспечения.

Общие сведения.

За время своего развития комплекс программных продуктов Кредо прошел путь от системы проектирования нового строительства и реконструкции автомобильных дорог (САПР КРЕДО) до многофункционального комплекса, обеспечивающего автоматизированную обработку данных в геодезических, землеустроительных работах, инженерных изысканиях, подготовку данных для различных геоинформационных систем, создание и инженерное использование цифровых моделей местности, автоматизированное проектирование объектов транспорта, генеральных планов объектов промышленного и гражданского строительства.

В настоящее время программный комплекс (ПК) CREDO III состоит из объединенных в технологическую линию нескольких крупных систем и ряда дополнительных задач. Каждая из систем комплекса позволяет не только автоматизировать обработку информации в различных областях (инженерно-геодезические, инженерно-геологические изыскания, проектирование и другие), но и сформировать единое информационное пространство, описывающее исходное состояние территории (модели рельефа, ситуации, геологического строения) и проектные решения создаваемого объекта.

Основные функции ПК CREDO III

- Камеральные работы при создании государственных и местных сетей геодезической опоры;
- Камеральная обработка инженерно-геодезических изысканий;
- Обработка геодезических данных при проведении геофизических разведочных работ;
- Подготовка данных для создания цифровой модели местности инженерного назначения;
- Создание и корректировка цифровой модели местности инженерного назначения на основе данных изысканий и существующих картматериалов;

- Формирование чертежей топопланов и планшетов на основе созданной цифровой модели местности, экспорт данных по цифровой модели местности в системы автоматизированного проектирования и геоинформационные системы;
- Обработка лабораторных данных инженерно-геологических изысканий;
- Создание и корректировка цифровой модели геологического строения площадки или полосы изысканий;
- Формирование чертежей инженерно-геологических разрезов и колонок на основе цифровой модели геологического строения местности, экспорт геологического строения разрезов в системы автоматизированного проектирования;
- Маркшейдерское обеспечение процесса добычи полезных ископаемых;
- Проектирование генеральных планов объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства;
- Подсчет объемов земляных работ;
- Проектирование профилей внешних инженерных коммуникаций;
- Проектирование нового строительства и реконструкции автомобильных дорог;
- Проектирование транспортных развязок;
- Решение задач проектирования железных дорог;
- Ведение дежурных планов территорий и промышленных объектов;
- Геодезическое обеспечение строительных работ;
- Геодезические работы в землеустройстве;
- Подготовка сметной документации при проведении инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканий.

Лекция 20. CREDO линейные изыскания сведения о системе. Состав разделяемых ресурсов.

Система КРЕДО ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ предназначена для создания цифровой модели местности (ЦММ) инженерного назначения по данным топогеодезических изысканий, подготовки ЦММ для последующего проектирования, камеральной укладки и редактирования трасс, выпуска чертежей топографических планов, планшетов, чертежей профилей и ведомостей.

Полосные и площадные инженерные изыскания, подготовленные с помощью системы, могут использоваться при проектировании объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства, а также в качестве пространственной основы для геоинформационных, кадастровых и иных систем различного назначения, ведения крупномасштабных дежурных планов.

Исходными данными для работы системы КРЕДО ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ являются:

- файлы GDS, содержащие координаты, высоты, имена точек, коды топографических объектов и их атрибуты, сформированные при обработке топографических съемок в системе CREDO_DAT;
- различные проекты, наборы проектов, созданные в системах CREDO III и импортируемые посредством файлов в формате PRX, MPRX и OBX;
- наборы проектов формата COPLN и проекты форматов CPPGN, CPVOL, CPPGL, CPDRL, CPDRW, CP3DS;
- данные, подготовленные в программных продуктах CREDO второго поколения (CREDO_TER, CREDO_MIX);
- импортируемые текстовые файлы, содержащие координаты и отметки точек;

- файлы в формате XML (кадастровые выписки, кадастровые планы территорий, кадастровые паспорта и т.д.);
- данные в формате DXF (системы AutoCAD), MIF/MID (системы MapInfo) и системы Панорама в формате TXF/SXF;
- растровые подложки с расширением TMD (подготовленные в программе ТРАНСФОРМ), CRF, TIFF, BMP, PNG, JPEG;
- космоснимки, которые физически хранятся на серверах ИТЦ «СКАНЭКС», а работа с ними ведется в режиме удаленного доступа посредством Интернета;
- точки лазерного сканирования (файлы формата LAS).

Основные функциональные возможности ПП КРЕДО ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ обеспечивают:

- создание элементов модели с использованием большого набора методов геометрических построений;
- обработку засечек, обмеров, створных измерений;
- построение цифровой модели ситуации путем формирования точечных, площадных и линейных топографических объектов на основе классификатора с отображением условными знаками в соответствии с текущим масштабом съемки и возможностью семантического наполнения;
- автоматическое создание подписей для точечных, линейных и площадных топографических объектов;
- возможность создания и редактирования профиля линейного тематического объекта как в окне плана, так и в окне профиля;
- построение цифровой модели рельефа нерегулярной сеткой треугольников с использованием структурных линий;
- отображение рельефа с необходимыми настройками стилей поверхностей – горизонталями (с возможностью задания требуемой высоты сечения рельефа, создания надписей и бергштрихов) или откосами, обрывами (с настраиваемым шагом и длиной штрихов);

- моделирование вертикальных поверхностей (бордюров, подпорных стенок и т.п.);
- интерактивное создание и редактирование трасс с использованием различных методов трассирования, в том числе с применением полевых материалов; проложение трасс в стесненных и сложных условиях, например, в горной местности или при реконструкции дорог; возможность создания политрасс;
- разбивка пикетажа, в том числе с использованием «рубленных» пикетов различных видов. Создание и редактирование углов поворота закруглений трасс;
- возможность разделения и объединения вершин углов;
- создание, просмотр, редактирование продольных профилей трасс в окне профиля; в случае пересечения с линейными объектами – отображение пересечек в профиле условными знаками;
- преобразование данных проекта различными методами трансформации;
- копирование или вырезку части или всех данных модели в другой проект;
- объединение данных из различных проектов в один из проектов, участвующих в объединении, или в новый проект;
- одновременное использование нескольких систем координат;
- поддержку однострочных и многострочных текстов;
- построение размеров.

Результаты работы в ПП КРЕДО ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ могут быть представлены в следующем виде:

- трехмерная цифровая модель местности;
- данные (координаты, длины линий, дирекционные углы, параметры закруглений) для выноса трасс в натуру;
- топографические планы в виде листов чертежа или планшетов с использованием шаблонов;

- чертежи продольного и поперечного профилей линейных тематических объектов и трасс с учетом геологии;
- комплексные чертежи, совмещающие в себе, например, как чертеж плана, так и чертеж профиля;
- ведомости углов поворота, прямых и кривых; элементов плана трассы; разбивки закруглений;
- ведомости тематических объектов, расположенных вдоль трассы и пересекаемых трассой;
- ведомости тематических объектов по площадке;
- чертежи, переданные в формат DXF;
- файлы формата CREDO III для обмена проектами, наборами проектов и чертежами между системами CREDO III;
- текстовые файлы (координаты точек) элементов проекта, выбранные пользователем.

Кроме того, созданная в ПП КРЕДО ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ модель рельефа может конвертироваться в файлы формата DXF, MIF/MID или TXF/SXF с помощью соответствующих команд меню Экспорт. Команды будут доступны при наличии в ключе свободной лицензии для системы КРЕДО КОНВЕРТЕР.

Разделяемые ресурсы.

Для работы в ПП КРЕДО ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ, как и в большинстве других программных продуктов, создается новый документ (файл) определенного формата, в котором сохраняется вся наработанная информация. Таким документом является проект. В работе над проектом активно используются так называемые разделяемые ресурсы (PP).

Разделяемые ресурсы(PP) – это элементы, которые могут использоваться сразу несколькими проектами и в составе различных объектов.

Например, для создания коммуникаций можно построить линии любой конфигурации и назначить для них объекты классификатора – а это разделяемые ресурсы, которые отвеча-

ют всем требованиям инженерной топографии и обладают набором семантических свойств. Таких линий может быть сколько угодно, они могут храниться в разных проектах, но если тип коммуникаций один, допустим, ливневая канализация, то значит, для всех линий будет назначен один и тот же РР. Сам разделяемый ресурс хранится в специальной библиотеке, а построенные линии просто содержат ссылку на него. При удалении линий, этот ресурс не удаляется.

Многие РР могут в свою очередь содержать ссылки на другие разделяемые ресурсы.

Разделяемые ресурсы можно модифицировать и создавать заново. Для этого служат несколько специализированных редакторов. Они поставляются вместе с ПП КРЕДО ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ. Некоторые ресурсы создаются и редактируются непосредственно в системе при выполнении определенных команд.

Для обмена разделяемыми ресурсами служит файл формата DVX.

Состав разделяемых ресурсов.

К разделяемым ресурсам относятся:

1. Данные тематического классификатора
 - тематические объекты и семантические свойства;
 - подписи тематических объектов;
 - наборы семантических свойств.

Эти данные создаются и редактируются в приложении Редактор Классификатора. Данные тематического классификатора используются при создании объектов ситуации, в качестве условных обозначений при проектировании раз личных типов сооружений.

2. Линии

Линии создаются и редактируются в диалоговом окне Выбор линии, которое вызывается в любой команде, предусматривающей использование различных линий, например, команды создания и редактирования графической маски. Раз-

личные линии используются для отображения графических и функциональных масок, при работе с тематическим и геологическим классификаторами в качестве условных знаков для линейных объектов, для отображения элементов стилей поверхностей.

3. Штриховки

Штриховки создаются и редактируются в диалоговом окне Выбор штриховки, которое вызывается в любой команде, предусматривающей использование различных штриховок, например, команды создания и редактирования региона. Различные штриховки используются для отображения регионов, при работе с тематическим и геологическим классификаторами в качестве условных знаков для площадных объектов, для настройки отображения поперечников.

4. Символы

Символы создаются и редактируются в приложении Редактор Символов.

Они используются при создании условных обозначений объектов и подписей в тематическом и геологическом классификаторах, для отображения элементов размеров и выносок, также в чертежной модели как самостоятельный элемент.

5. Шаблоны.

- чертежей;
- штампов;
- планшетов;
- сеток профилей;
- ведомостей.

Все шаблоны создаются и редактируются в приложении Редактор Шаблонов:

Шаблоны чертежей и штампов используются для оформления листа чертежа. Причем шаблон штампа всегда входит в состав шаблона чертежа.

Шаблоны сеток профиля используются для оформления продольных и поперечных профилей при создании соответствующих чертежей.

Шаблоны планшетов применяются для зарамочного оформления при создании чертежей планшетов.

Шаблоны ведомостей – для создания самых различных ведомостей, характерных как для плана, так и для продольного профиля.

6. Форматы листов чертежа

Форматы создаются и редактируются в диалоговом окне Формат листа, которое вызывается при выполнении команд создания чертежей плана и продольных профилей.

7. Данные геологического классификатора

Эти данные создаются и редактируются в приложении Редактор геологического Классификатора.

Они используются при вводе исходных данных в выработках, формировании геологических моделей в системе CREDO ГЕОЛОГИЯ, также при оформлении плана, профиля и чертежей в других системах.

8. Стили вычерчивания продольных профилей

Стили создаются и редактируются в диалоговом окне Стили вычерчивания, которое вызывается при выполнении одноименной команды, и используются при создании чертежей продольного профиля.

9. Схемы соответствия

– для импорта файлов DXF, площадных тематических объектов при чтении объектов CREDO_MIX, CREDO_TER;

– для экспорта файлов DXF, MIF/MID и файлов системы Панорама в программе CREDO КОНВЕРТЕР;

Схемы соответствия для импорта файлов создаются и настраиваются при импорте соответствующего формата в диалоге настройки импорта.

Схемы соответствия для экспорта файлов создаются и настраиваются при помощи специальных команд, которые вызываются в меню Установки программы CREDO КОНВЕРТЕР.

10. Схемы настройки соответствия для 3D

Схемы настройки соответствия создаются при помощи команды Открыть схему соответствия, которая вызывается в меню Данные дополнительной задачи Визуализация (рис.23). Используются для настройки отображения тематических объектов при 3D-визуализации.

11. Текстуры и 3D- объекты

Сохраняются только путем импорта из внешних файлов в диалоге Настройка схемы соответствия (меню Данные дополнительной задачи Визуализация). Используются для настройки отображения тематических объектов при 3D-визуализации.

12. Свойства и семантика Набора проектов

Свойства и семантика создаются и редактируются в диалоговом окне Свойства набора проектов , которое вызывается при выполнении одноименной команды, и используются при настройке Набора проектов под конкретный объект производства работ.

Лекция 21. Построение ЦММ в среде CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ. Построение продольного профиля ЛТО.

Моделирование ЦМР.

В системах CREDO III цифровая модель рельефа представляет собой упорядоченное множество треугольных граней, построенное по алгоритму Делоне. Для существенного повышения достоверности модели при построении триангуляции используются структурные линии. Вершинами треугольных граней являются рельефные точки (пикеты) с координатами XYZ. Грани называются ребрами триангуляции (рис. 24).

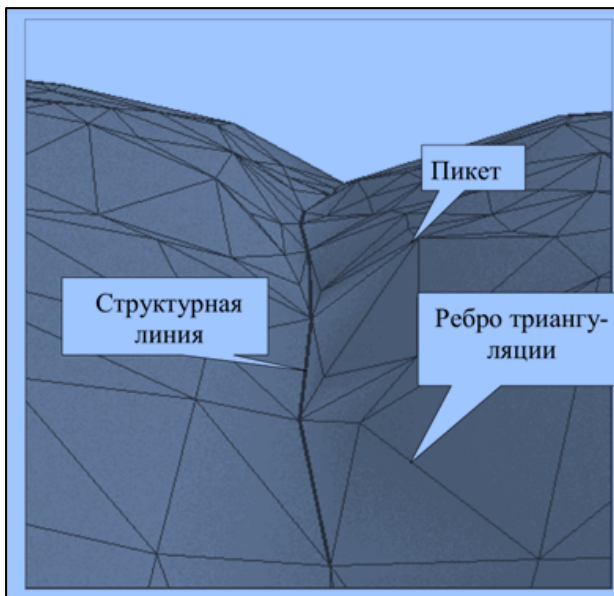


Рис.24. Триангуляционная поверхность

Участки цифровых моделей поверхности в системах CREDO III могут представляться горизонталями, обрывами, откосами или другими формами рельефа. Для отображения характерных форм разработаны стили поверхностей.

Под структурной линией понимается заданная линия, которая должна стать стороной треугольника в триангуляционной поверхности.

Триангуляция со структурными линиями разбивается на следующие этапы:

- стандартная триангуляция Делоне;
- последовательная (отрезок за отрезком) проводка структурных линий, что для каждого из отрезков означает:
- выборка и удаление из списка треугольников, у которых какая-либо из сторон пересекается данным отрезком, при этом

на отрезке справа и слева от него образуется два полигональных сегмента;

- в каждом из полигональных сегментов выполняется упрощенное разбиение полигонов на треугольники с последующей оперативной доводкой подмножества треугольников до требований триангуляции Делоне.

Процедура построения структурных линий (как и границ триангуляции) основывается на простейшем принципе – линией пересекаются уже образованные треугольники, при необходимости образуются новые узловые точки и треугольники.

Для тех вершин структурных линий, в которых пикеты отсутствуют, программа триангуляции самостоятельно рассчитывает отметки Z методом интерполяции соседних точек. Структурные линии могут быть как замкнутыми, так и разомкнутыми.

Структурными линиями можно задать правильное положение ребер треугольников для откосов, тальвегов, водоразделов (хребтов), края грунтовой дороги (или канавы), проходящей по рельефу, верх и низ откосов и т.д.. Например, ребра триангуляции должны идти не перпендикулярно, а по тальвегам и краям оврага (рис. 25).

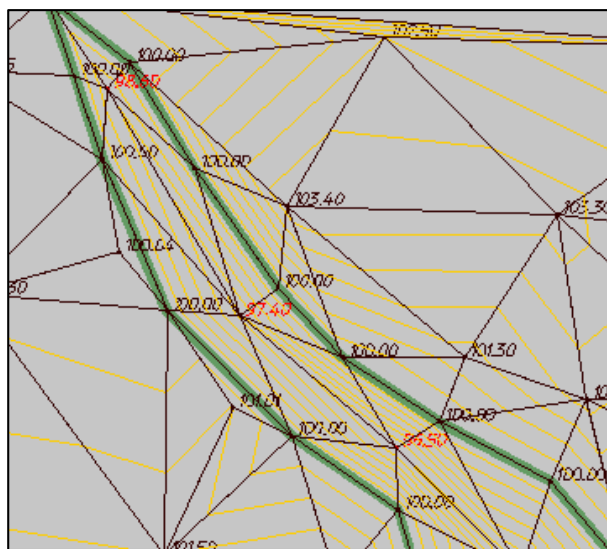


Рис. 25 Расположение ребер триангуляции

Наличие структурных линий значительно сокращает необходимость ручного редактирования построенной триангуляции. Можно сказать, что с их помощью можно управлять триангуляцией, т.к. именно вдоль них ориентируются стороны треугольников. Использование структурных линий делает триангуляцию управляемой, что позволяет получать модели с реалистичным представлением рельефа.

Состав работ по созданию ЦМР:

- импорт или создание исходного массива данных
- построение структурных линий (Для моделирования характерных участков существующего рельефа и проектных поверхностей (тальвегов, водоразделов, рек, дорог, канав, участков планировки территории и т.д.) предназначены структурные линии. Структурные линии обеспечивают достоверность и точность моделей поверхностей. Процесс построения СЛ можно условно разделить на два этапа. На первом этапе определяется плановая геометрия структурной ли-

нии (указываются существующие полилинии или примитивы либо создаются новые элементы), на втором этапе определяется высотное положение СЛ. После завершения интерактивного построения открывается окно параметров СЛ, в котором следует определить способ создания первого профиля, назначить при необходимости второй профиль, а также задать настройку на пересоздание поверхности вдоль структурной линии. и т.д.);

- построение ЦМР;
- анализ поверхности;
- оформление результатов моделирования. (Применение, для отдельных участков, поверхности различных стилей отображения (изолиний, обрывов, откосов и др.). Создание бергштрихов и надписей горизонталей.)

Создание ЦМС.

Цифровая модель ситуации (ЦМС) в ПП КРЕДО ЛИНЕЙНЫЕ ИЗОСКОНИЯ – это цифровое представление топографических объектов местности. Оно включает геометрическое описание объектов, их отображение условными знаками и набор семантических характеристик, состав которых задан в классификаторе. Формирование элементов цифровой модели ситуации выполняется из тематических объектов (ТО), входящих в состав классификатора. Наполняется и редактируется классификатор посредством специального приложения Редактор Классификатора. В системах CREDO III тематические объекты подразделяются на точечные (ТТО), площадные (ПТО) и линейные (ЛТО). Семантическая информация по ТТО, ПТО и ЛТО может отображаться в модели в виде подписи тематического объекта.

Создание ЦМС по материалам полевой топографической съемки в общем случае включает:

- Определение положения точек объектов (пикетов) в нужной системе координат. Выполняется внешними программами, например, CREDO_DAT при обработке съемки;

- Нанесение пикетов на план. Выполняется при импорте данных, вводе данных с клавиатуры, либо в процессе оцифровки раstra;
- Построение геометрии тематического объекта. Реализуется группой команд меню Построения с одновременным созданием геометрии, присвоение точечному, линейному или площадному объекту соответствующего объекта классификатора и семантики объектов;
- Создание подписей с учетом семантических характеристик объекта и их настроек в классификаторе;
- Определение высотного положение объекта: для ТТО задается отметка, для ЛТО – продольный профиль.

Построение продольного профиля ЛТО

В системе КРЕДО ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ работа с продольными и поперечными профилями, выпуск ведомости по отметкам профиля и чертежей выполняется в окне Профиль. В системе работа в окне профиля предусмотрена для таких линейных объектов, как структурная линия (СЛ), линейный тематический объект (ЛТО) и трасса АД. Задачи, решаемые в профиле для каждого типа, существенно отличаются, и поэтому различные типы линейных объектов имеют индивидуальный набор проектов (НП) в профиле. Этот набор формируется автоматически при переходе в окно профиля и состоит из фиксированного перечня проектов.

НП ЛИНЕЙНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ.

Основными функциями являются создание и редактирование профиля объекта. Для анализа профиля объекта и последующего формирования чертежа продольного профиля можно получить черный профиль, профиль дополнительной поверхности, вспомогательный профиль, рабочие отметки и ординаты в окне продольного профиля, абсолютные и рабочие отметки, параметры вертикальных кривых и прямых в сетках, развернутый план. Предусмотрено создание ведомости отметок профиля.

Также для анализа профилей предназначены функции получения информации, измерения, создания размеров. Можно просмотреть и вычертить поперечники.

Перечень операций по созданию профиля ЛТО:

- создание профиля ЛТО;
- данные от черного профиля;
- развернутый план модели и проекта. Проекты Развернутый план модели и Развернутый план проекта всегда создаются вместе при переходе в окно профиля. Настройки для их создания задаются в окне параметров команды Работа с профилями в группе Развернутый план. Развернутый план модели формируется из элементов поверхности и ситуации, которые попадают в полосу выпрямленного участка модели заданной ширины. Границы этой полосы располагаются на равном удалении влево и вправо от оси линейного объекта. В проекте Развернутый план модели можно удалять элементы и сносить элементы на профиль. Для создания чертежа развернутого плана нужно в шаблоне сетки профиля выбрать для соответствующей графы проект Развернутый план модели. При этом необходимо правильно назначить ширину графы сетки (или создать развернутый план с необходимой шириной полосы), так как данные развернутого плана будут вписаны в графу по ширине, т.е. могут быть растянуты или сжаты;
- заполнения сеток профиля. Для заполнения каждой графы сетки предусмотрена индивидуальная команда. Она становится доступной для выбора после установки активности нужного проекта сетки. Чаще всего название команды совпадает с названием слоя и графы. После вызова команды главного меню практически для всех граф становятся доступными специальные методы, находящиеся на локальной панели инструментов окна параметров. Именно с их помощью заполняются и редактируются графы.

При том, что методы сгруппированы на одной панели инструментов, они не зависят друг от друга, и при работе с ними нужно учитывать следующие особенности:

- при переходе от одного метода к другому происходит автоматическое применение изменений;
- при выполнении интерактивных действий выбрать другой метод можно только после их завершения.

Практически во всех графах сеток присутствует команда Настройка. С ее помощью индивидуально настраивается вид отображения каждой графы (задается высота и фон графы сетки) и зачастую параметры создания и вид элементов, создаваемых в графе. Для некоторых граф существует возможность настроить вид текста, но размер шрифта при этом не настраивается. Для таких граф размер шрифта автоматически пересчитывается при изменении следующих параметров: высота графы, формат значения, точность представления, отступа от границ графы.

Создание чертежной модели.

В системе КРЕДО ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ предусмотрена возможность создания чертежей плана, планшетов, продольного и поперечных профилей, а также совмещенных (комплексных) чертежей. Любой из чертежей формируется в своем рабочем пространстве, но в итоге все они попадают в Чертежную модель в виде проектов типа Чертеж.

Чертежная модель (ЧМ) – это рабочее окно, в котором выполняется доработка, редактирование и выпуск на печать всех чертежей, а также их экспорт в формат DXF.

- Создание чертежа плана. Производится в окне плана посредством команд меню Чертеж. Информация, попадающая на чертежи плана и планшеты, формируется путем копирования данных видимых слоев модели плана. Область копирования автоматически определяется областью печати применяемого шаблона чертежа или планшета, или, при ис-

пользовании команды Создать чертеж в контуре – созданным контуром.

- Формирование чертежей продольного профиля. Осуществляется в окне профиля посредством специальных команд меню Сетка Чертежей профиля, которое становится доступным после активизации проекта Чертежи продольного профиля или выбора команды Вид работ/ Чертеж профиля. Чертежи продольного профиля формируются на основе данных окон Продольный профиль, Развернутый план и граф сеток, состав которых зависит от выбранного шаблона.

- Подготовка и настройка шаблонов. Предварительно осуществляется в приложении Редактор Шаблонов.

При формировании чертежей необходимо учитывать следующие особенности:

- при создании чертежей плана учитываются только видимые элементы, поэтому следует отрегулировать видимость слоев;
 - можно заполнить необходимые поля в карточке набора проектов (команда Установки/Свойства Набора Проектов). Эти данные используются для заполнения штампов чертежей.
- Чертежная модель. Дальнейшая работа с чертежами, полученными в разных окнах, также выполняется в отдельных окнах. То есть для чертежей, формируемых в плане, создается набор проектов (НП) чертежей плана, для чертежей профилей – НП чертежей профиля. При создании проектов чертежей все элементы цифровой модели ситуации, цифровой модели рельефа преобразуются в 2D-элементы, такие как точки, графические маски, регионы, тексты, подписи и символы. Например, элементы цифровой модели рельефа (горизонталы, бергштрихи, ребра треугольников, структурные линии) преобразуются в графические маски; условные знаки точечных тематических объектов преобразуются в символы, их подписи – в тексты, точки – в чертежные точки

и т.д. Кроме преобразования элементов, происходит преобразование слоев. Каждый слой проекта плана преобразуется в группу слоев, при этом в каждом слое такой группы находятся элементы только определенного типа. После того как создались проекты чертежей, связь элементов на чертеже с элементами плана и профиля теряется. Так как в чертежной модели мы работаем с преобразованным двухмерным представлением пространственной модели, в ней отсутствуют команды создания и редактирования пространственных элементов, например, рельефных точек, тематических объектов, структурных линий и т.д. В остальном функциональность и принцип работы в чертежной модели такие же, как и в плане. В чертежной модели больше возможностей для редактирования отдельных элементов, чем в модели плана. Например, в результате преобразования горизонтали стали графическими масками, значит, можно редактировать их геометрию (меню Построения/Редактировать маску), стирать участки масок под символами, текстами, размерами (Редактировать маску/Стереть под текстом или символом). Также можно редактировать значения размеров (в свойствах размера поле Текст значения).

Переместить проекты можно при помощи команды Правка/Преобразование координат проекта/Интерактивно.

ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ по учебной дисциплине «Геодезическое обеспечение автоматизированных систем проектирования»

Основной задачей выполнения лабораторных работ по преподаваемой учебной дисциплине является изучение студентами основных концепций и структуры программного обеспечения систем автоматизированного проектирования, а также умение пользоваться современными программными продуктами по обработке топографо-геодезической информации, для создания ЦММ инженерного назначения и решения инженерных задач с помощью ЦММ.

Лабораторная работа №1

Тема: Трансформация растрового фрагмента топоплана.

Цель: Получение практических навыков по трансформированию растрового фрагмента топоплана в ПП Кредо-Трансформ для создания ЦММ.

Содержание задания и порядок выполнения:

- I. Запустите ПП Трансформ и создайте новый проект.
- II. Подгрузите растровый фрагмент топоплана в проект.
- III. Введите информацию о проекте в диалоге Свойства проекта (масштаб съемки 1:500)
- IV. Задайте абсолютные опорные точки.
- V. Выполните кусочно-линейную трансформацию.

- VI. Проанализируйте точность трансформируемого растра.
- VII. Сохраните проект.

Лабораторная работа №2

Тема: Цифровой классификатор и его редактирование.

Цель: Изучение содержания цифрового классификатора редактированию созданию условных знаков для создания цифровой модели ситуации в ПП Редактор Классификатора.

Содержание задания и порядок выполнения:

- I. Запустите ПК Линейные изыскания и выполните импорт разделяемых ресурсов (импорт разделяемых ресурсов выполняется при первом запуске программы).
- II. Создайте новый проект и набор проектов (выберите шаблон со свойствами набора проектов для м-ба 1:500).
- III. Измените имя Набора проектов на имя по фамилии студента и переименуйте созданный проект на ЦММ.
- IV. Запустите приложение Редактор классификатора.
- V. Изучите содержание цифрового классификатора в составе ПП Линейные изыскания.
- VI. Создайте точечный и отредактируйте тематический объект.
- VII. Создайте линейный и отредактируйте тематический объект.
- VIII. Создайте площадной и отредактируйте тематический объект.

- IX. Сохраните внесенные изменения в классификаторе условных знаков.
- X. Сохраните проект и набор проектов с именем - фамилия студента ЦММ.

Лабораторная работа №3

Тема: Создание ЦММ инженерного назначения.

Цель: Получение практических навыков по созданию ЦММ инженерного назначения в ПК Линейные изыскания.

Содержание задания и порядок выполнения:

- I. Запустите ПК Линейные изыскания и откройте сохраненный набор проектов с Лабораторной работы №2.
- II. Для проекта ЦММ создайте структуру слоев.
- III. Выполните импорт исходных данных для ЦММ (сохраненный проект с лабораторной работы №1)
- IV. Создание цифровой модели рельефа:
- создание рельефных точек по растровой подложке;
 - построение поверхности;
 - редактирование поверхности (моделирование откосов, поверхности с бордюрным камнем, поверхности с подпорной стенкой, поверхности с канавой, оформление горизонталей).
- V. Создание цифровой модели ситуации по растровой подложке:
- построение точечных, линейный и площадных тематических объектов в составе ЦММ инженерного назначения;

- построение каркаса ЦМС: здания, строения, дорожная сеть;
 - построение наземных коммуникаций;
 - построение подземных коммуникаций;
 - нанесение ограждений;
 - нанесение растительности.
- VI. Знакомство с чертежной моделью. Создание и заполнение штампа и шаблона чертежа.
- VII. Формирование чертежа инженерно-топографического плана.
- VIII. Сохраните проект и набор проектов.

Лабораторная работа №4

Тема: Создание продольного профиля трассы линейно-тематического объекта.

Цель: Получение практических навыков по созданию продольного профиля в ПК Линейные изыскания.

Содержание задания и порядок выполнения:

- I. Знакомство с Набором проектов окна профиль в ПК Линейные изыскания.
- II. Построение продольного профиля линейно - тематического объекта по данным ЦММ инженерного назначения.
- III. Создание чертежа профиля.
- IV. Создание шаблона и штампа к чертежу профиля.
- V. Выпуск чертежа профиля.

Лабораторная работа №5

Тема: Создания цифрового инженерно-топографического плана.

Цель: Получение практических навыков по созданию инженерно-топографического плана в ПП AutoCAD.

Содержание задания и порядок выполнения:

- I. Настройка рабочей среды. Работа с командной строкой в системе AutoCAD. Пространство модели, пространство листа.
- II. Организация послойности цифрового инженерно-топографического плана.
- III. Импорт геодезических данных. Анализ импорта.
- IV. Знакомство с особенностями цифрового классификатора условных знаков (типы линий, блоки, динамические блоки, штриховки, стили текста).
- V. Вычерчивание ситуационной составляющей цифрового инженерно-топографического плана:
 - вычерчивание каркаса ИТП: здания, строения, дорожная сеть;
 - вычерчивание наземных коммуникаций;
 - вычерчивание подземных коммуникаций;
 - вычерчивание ограждений;
 - вычерчивание растительности.
- VI. Создание ЦМР, в составе цифрового топографического плана, с помощью утилиты МенюГео:
 - построение откосов;
 - создание опорных точек ЦМР;
 - построение триангуляции;
 - оформление горизонталей;

- VII. Выпуск чертежа инженерно-топографического плана с помощью видовых экранов в пространстве листа.
- VIII. Сохраните файл с именем, включающим фамилию студента ИТП.

Лабораторная работа №7

Тема: Формирование планшета инженерно-топографического плана.

Цель: Ознакомление на практике с ведением архива материалов инженерных изысканий. Получение практических навыков по разграфке и номенклатуре цифровых инженерно-топографических планов.

Содержание задания и порядок выполнения:

- I. Вычерчивание картограммы выполненных работ.
- II. Формирование планшета топографического плана:
 - зарамочное оформление планшета;
 - координатная привязка планшета;
 - вставка фрагмента цифрового топографического плана;
 - заполнение формуляра планшета.
- III. Сохраните файл с именем, включающим фамилию студента и номенклатуру планшета.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ по учебной дисциплине «Геодезическое обеспечение автоматизированных систем проектирования»

Пособие для выполнения курсовой работы по учебной дисциплине «Геодезическое обеспечение автоматизированных систем проектирования» разработано для студентов специальности 1-56 02 01 «Геодезия» в соответствии с учебными планами.

Основной целью курсовой работы является получение практических навыков по созданию цифровой модели местности инженерного назначения и по построению продольных профилей линейно – тематических объектов.

Курсовая работа выполняется на основе изучения теоретических и практических подходов к вопросам сбора и обработки геодезической информации для создания цифровой модели местности.

ЦММ в рамках выполнения курсовой работы создается с использованием исходной растровой основы инженернотопографического плана, выдаваемого студенту по индивидуальному заданию.

Для выполнения курсовой работы необходимо установить программные продукты КРЕДО – ТРАНСФОРМ и ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ и получить ключи удаленного доступа к программным продуктам. Скачать дистрибутивы программ можно по ссылке <https://credo-dialogue.ru/tsentr-zagruzki/programmy-dla-skachivania.html>.

Цифровая модель ситуации в составе цифровой модели местности, в рамках курсового проекта, создается в условных знаках ТКП 45-1.02-293-2014, цифровой классификатор которых необходимо установить.

Последовательность выполнения практической части курсовой работы:

1. Трансформация растрового фрагмента.
2. Импорт разделяемых ресурсов в ПК **ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ**.
3. Создание Набора проектов и проекта, организация послойности.
4. Импорт растровой основы инженерно-топографического плана.
5. Создание цифровой модели рельефа.
6. Создание цифровой модели ситуации.
7. Выпуск чертежа плана.
8. Создание и редактирование продольного профиля линейно-тематического объекта.
9. Выпуск чертежа профиля.

1. Технология создания цифровой модели местности инженерного назначения в ПК «Линейные изыскания»

1.1 Сведения о программе ТРАНСФОРМ

Программа ТРАНСФОРМ предназначена для обработки растровых файлов, полученных в результате сканирования картографических и геодезических материалов, схем и чертежей.

В результате обработки исходного материала в программе ТРАНСФОРМ создается, так называемая, *электронная*

растровая подложка (далее растровая подложка), которая может быть использована для создания цифровой модели местности (ЦММ).

Стандартная схема обработки картографического материала включает следующие этапы:

1. Создание нового или открытие существующего проекта.
2. Установки и настройки программы, свойств проекта.
3. Загрузка исходных данных:
 - сканирование исходного материала;
 - импорт файлов с растровым изображением.
4. Операции над фрагментами и редактирование растровых изображений.
5. Задание и редактирование опорных точек.
6. Трансформация и склейка.
7. Создание и редактирование контуров видимости.
8. Сохранение данных:
 - сохранение проекта;
 - экспорт фрагментов;
 - экспорт проекта.
9. Подготовка фрагментов чертежа.
10. Компонировка чертежа:
 - задание параметров чертежа: формат листа, штампы;
 - операции над фрагментами;
 - работа с дополнительными элементами (рисунки, ведомости, знак стрелки компаса), работа с фигурами, текстами, штампами;
 - настройка принтера и печать.

Упражнение 1. Трансформация растрового фрагмента

Исходные данные:

- Растровая подложка 1.tif;
- Масштаб 1:500;
- Система координат: условная

Порядок выполнения:

1. Создайте **Новый проект** в программе ТРАНСФОРМ.
2. Введите информацию о проекте в диалоге **Свойства проекта** (команда *Файл/ Свойства проекта*) (Рис. 1).

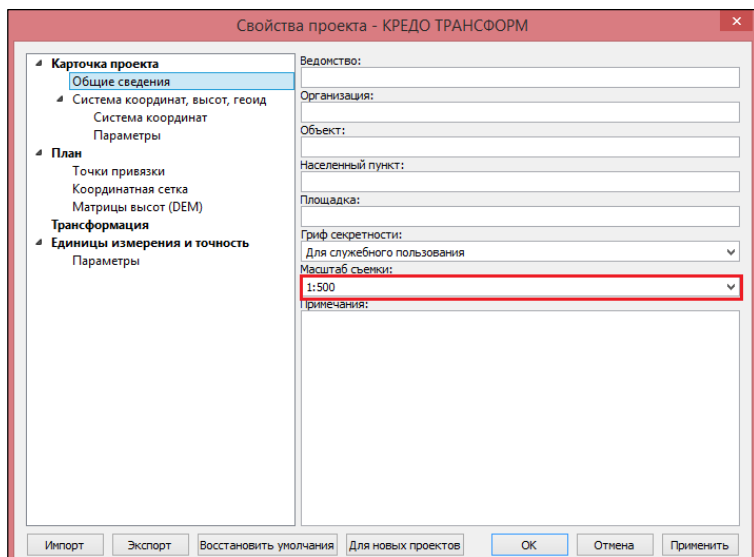


Рис. 1 – Диалог *Свойства проекта*

3. Импортируйте в проект растровую подложку **16.tif**. Осуществив переход *Файл/ Импорт/Растры без привязки*.
4. Задайте абсолютные опорные точки.



Различают абсолютные и относительные опорные точки.

***Абсолютные точки** – это точки с известными координатами. Их необходимо задавать для трансформации растровых изображений.*

***Относительные точки** – это дополнительные точки без указания координат. Их необходимо задавать для трансформации или склейки растровых изображений.*

***Контрольные точки привязки** – точки, не участвующие в расчетах параметров трансформирования, по ним оценивается величина отклонения после трансформации раstra. Контрольные точки нужны для оценки качества трансформации раstra.*

5. Активизируйте команду *Трансформация/Создать точку привязки*. Координаты задаются в соответствии с заданной системой координат растрового фрагмента.

Таким образом, в условной системе координат и при масштабе растрового фрагмента 1:500 задайте координаты $X=1000$, $Y=1000$ северо-западного креста координатной сетки, как показано на рисунке 2.

Задайте координаты остальным узлам координатной сетки с учетом масштаба растрового фрагмента $M=1:500$.

6. Для выполнения трансформации активизируйте команду *Трансформация/ Кусочно-линейная трансформация*.

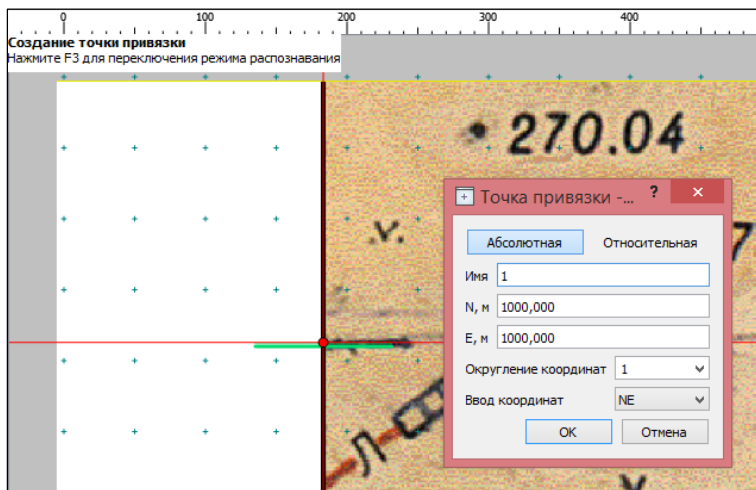


Рис. 2 – Привязка растра по крестам координатной сетки

7. Проанализируйте оценку точности трансформированного растра в окне *Точки привязки* (Рис. 3).

Имя	N, м	E, м	B, гр	L, гр	Тип	dE, м	dN, м	dS, м
23.bmp								
6	900,000	1000,000			Опорная	0,084	-0,043	0,095
5	950,000	1000,000			Опорная	-0,046	0,007	0,046
4	900,000	1050,000			Опорная	-0,047	0,020	0,051
3	950,000	1050,000			Опорная	-0,028	0,039	0,048
2	1000,000	1050,000			Опорная	0,075	-0,059	0,096
1	1000,000	1000,000			Опорная	-0,038	0,036	0,052

Рис. 3 – Окно *Точки привязки*

В случае если отклонение на точке значительное (не должно превышать значения 0,3 мм в единицах плана), то отредактируйте положение точки или удалите ее.

8. Сохраните проект.

1.2 Сведения о системе ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ

Система ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ предназначена для создания ЦММ инженерного назначения по данным топогеодезических изысканий, подготовки ЦММ для последующего проектирования, камеральной укладки и редактирования трасс, выпуска чертежей топографических планов, планшетов, чертежей профилей и ведомостей.

Полосные и площадные инженерные изыскания, подготовленные с помощью системы, могут использоваться при проектировании объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства, а также в качестве пространственной основы для геоинформационных, кадастровых и иных систем различного назначения, ведения крупномасштабных дежурных планов.

Организация данных

При работе в системе все данные размещаются в проектах, иерархическую структуру слоев которых пользователь настраивает самостоятельно. Все проекты хранятся в базе данных и объединяются в наборы проектов, после чего работают как единое целое. Состав и содержание проектов определяется пользователем по различным критериям.

Исходные данные

В качестве исходных данных в системе могут использоваться:

- проекты, созданные в системах на платформе CREDO III и представленные файлами формата PRX;
- проекты, созданные в программе CREDO КОНВЕРТЕР из файлов DXF или файлов системы MapInfo (формата MIF/MID);

- данные топографических съемок, обработанные в системе CREDO_DAT 3.1, в форматах GDS;
- данные из систем второго поколения CREDO_TER (MIX);
- текстовые файлы с информацией по точкам типа CXYZ;
- файлы формата DXF;
- черно-белые и цветные растровые материалы: карты, планы, аэрофотоснимки, обработанные в программе TRANSFORM и загружаемые в формате TMD.

Геометрические построения системах CREDO III

Основу геометрических построений в системах CREDO III составляют команды меню *Построения*:

Примитивы – это прямая, окружность, сплайн и клотоида. Примитивы служат для последующего построения на их основе более сложных геометрических элементов (различных видов масок, полилиний и т.д, с использованием команды *По существующим элементам*), или для временных построений (например с помощью команды *Создать примитив по эквидистанте* можно отложить заданное расстояние). При создании примитивов на экране обычно отображается только часть элемента, например дуга вместо окружности, отрезок вместо прямой. Как только на примитиве строится какой-либо элемент, видимость примитива пропадает. Свободные примитивы не принадлежат слою, не передаются на печать и не экспортируются.


Полилиния – это некая линия, состоящая из произвольного набора примитивов. Служит для последующего построения масок. Свободные полилинии не принадлежат слою, не передаются на печать и не экспортируются.


Маски – линейные геометрические элементы, имеющие различные свойства (в отличие от полилиний и примитивов). Маски могут быть нескольких видов: графические, линейные топографические объекты, структурные линии и т.д. Все маски принадлежат определенному слою. Маски всегда имеют в своей основе примитивы и полилинии, однако, это не означает, что для создания маски необходимо построить примитивы, объединить их в полилинию и только затем строить маску.


Геометрические построения могут быть выполнены с применением создаваемых, существующих и характерных (виртуальных) точек или же с помощью созданных ранее элементов (линий, сегментов, окружностей, полилиний, полигонов и др.).

Режимы курсора и работа с ним


Основные режимы курсора, используемые в системах CREDO III:

 - Курсор *Указание точки* применяется для создания точек.

 - Курсор *Захват точки* применяется, если необходимо захватить уже существующую точку (основную или виртуальную) в этом случае параметры точки не изменяются.

 - Курсор *Захват линии* применяется для захвата линии.

 - Курсор *Выбор полигона*.

 - Курсор *Захват текста*.

Создание и редактирование Цифровой Модели Рельефа

Моделирование рельефа предполагает построение рельефа с помощью различных методов, которые предлагает система CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ. Для графического отображения некоторых форм рельефа применяются специальные способы, так или иначе интерпретирующие характер связи отдельных точек и линий. Это и создание характерных точек рельефа, и создание структурных линий, а также редактирование построенной поверхности.

Исходными данными для построения модели рельефа являются точки с известными высотами. Для моделирования рельефа используют структурные линии. При построении модели рельефа все используемые данные (точки и структурные линии) должны принадлежать одному слою.

Создание и редактирование Цифровой Модели Ситуации

Моделирование ситуации имеется возможность производить комплексно, выполняя построения соответствующими командами меню *Ситуация*, то есть одновременно создавать геометрию объектов и присваивать им необходимые характеристики.

Формирование элементов цифровой модели ситуации выполняется из тематических объектов, входящих в состав *классификатора*. С учетом этого моделирование ситуации с помощью системы CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ в общем случае включает:

- создание Точечных тематических объектов;
- создание Линейных тематических объектов;
- создание Площадных тематических объектов.

Редактор Классификатора

Информационное обеспечение CREDO включает классификатор, согласно ТКП 45-1.02-293-2014 (02250) ИНЖЕНЕР-

НЫЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА Условные обозначения для инженерно-топографических планов масштабов 1:1000, 1:500, 1:200), для тематических (топографических, проектных и др.) объектов. Классификатор представляет собой иерархическую базу данных, содержащую информацию о типах топографических объектов, встречающихся при выполнении топографо-геодезических работ и инженерных изысканий.

Данные тематического классификатора:

- тематические объекты и семантические свойства;
- подписи тематических объектов;
- наборы семантических свойств;
- коды тематических объектов в стандартном формате кодирования.

3D- вид модели

Для оценки построенной цифровой модели местности можно использовать просмотр 3D-вида модели в различных режимах: в режиме свободного движения или по поверхности, в режиме движения по заданной траектории, либо в статическом режиме на пикетах траектории. Адекватное отображение рельефа достигается за счет подбора текстур, 3D-моделей и 3D-объектов из поставляемых библиотек.

Следующий этап в работе вслед за привязкой раstra происходит в системе **ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ**.

После открытия существующего или созданного нового набора проектов, раскроется рабочее окно *Плана* (Рис. 4).

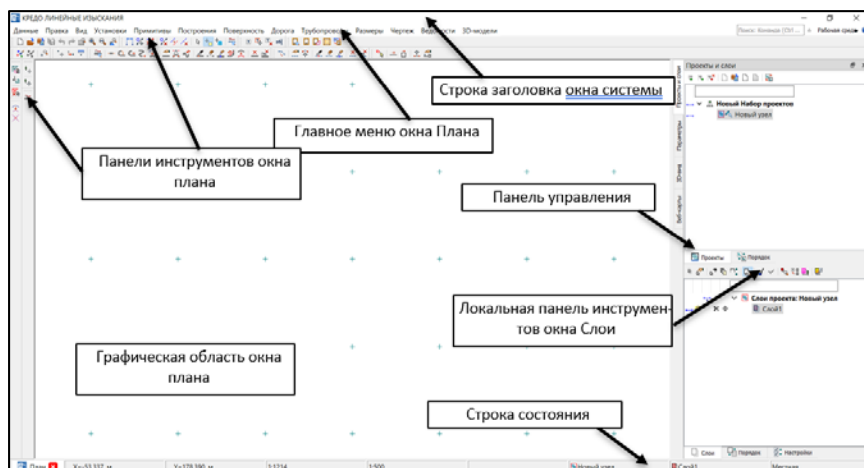


Рис. 4 – Интерфейс рабочего окна *План*

Окно *План* состоит из следующих основных элементов:

- строка заголовка;
- графическая область (рабочее окно);
- главное меню;
- панели инструментов;
- паркуемые панели;
- строка состояния.

Строка заголовка содержит пиктограмму приложения с контекстным меню окна, название программы, кнопки управления окном.

Строка состояния дает информацию о текущем состоянии объектов или процессов, представленных в рабочем окне.

Главное меню. В системах Credo III используются два типа меню – главное и контекстное. Главное меню обеспечивает доступ к общим функциям системы и располагается под строкой заголовка.

В системах Credo III функциональность (соответственно и команды меню) меняется в зависимости от типа ак-

тивного проекта.

Панели инструментов. Кнопки панелей инструментов используются для вызова команд. Команды на панелях объединяются по функциональному назначению. В системе **ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ** имеются общие панели, вид которых можно настраивать при помощи меню.

«**Вид/Настройка**», и локальные, находящиеся на вкладках панели управления (их состав зависит от выбранной команды). О значении функции можно узнать из подсказки, появляющейся при наведении мыши на кнопку.

Графическая область окна (рабочее окно). В графической области окна плана отображаются данные проектов, полученные импортом извне и созданные программой в результате выполнения команд или при интерактивных построениях. Движение мыши в рабочем окне отслеживается курсором, вид которого может меняться в зависимости от решаемой задачи. Координаты курсора отображаются в строке состояния. Окно плана предназначено для выполнения всех интерактивных геометрических построений для создания цифровой модели ситуации и рельефа, отображения, а также формирования чертежей и планшетов. Его еще иногда называют рабочее окно.

Панель управления. В каждом рабочем окне есть панель управления. На панели управления расположены вкладки Проекты и слои, Параметры и Информация. Вид панели изменяется при переходе с одной вкладки на другую. Панель управления позволяет управлять проектами и слоями, задавать необходимые параметры для соответствующих команд, работать тематическими слоями и составными объектами.

Команды для настройки интерфейса сгруппированы в меню *Рабочая среда*, которое находится в правой части окна приложения. При желании можно настроить интерфейс в виде ленты команд. Для этого необходимо установить флажок напротив команды *Лента команд* меню *Рабочая среда*.

В строке состояния отображаются: текущие координаты проекта, масштаб визуализации, масштаб съемки, активные проект и слой проекта, а также используемая в наборе проектов система координат.

Особое внимание следует обратить на паркуемые панели, представленные на рисунке 5.

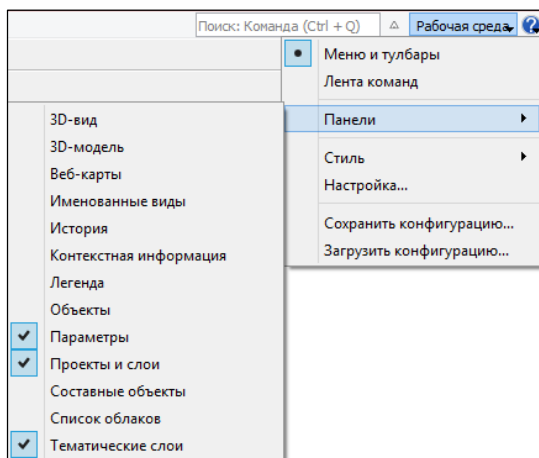


Рис. 5 – Список *Паркуемых Панелей*

Есть возможность выполнить настройку панелей инструментов. Для перехода к настройкам необходимо перейти во вкладку *Рабочая среда/Настройка*. В результате появится окно настройки *панелей инструментов* (Рис. 6).

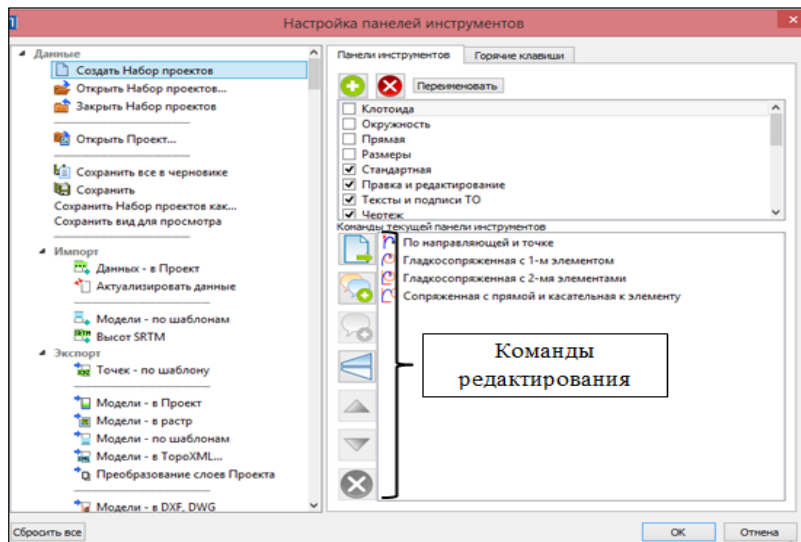


Рис. 6 – Окно *Настройки панелей инструментов*

Для работы в системе ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ, как и в большинстве других программных продуктов, создается новый документ (файл) определенного формата, в котором сохраняется вся наработанная информация. Таким документом является проект. В работе над проектом активно используются так называемые разделяемые ресурсы (РР).

Разделяемые ресурсы – это элементы, которые могут использоваться сразу несколькими проектами и в составе различных объектов. Например, для создания коммуникаций можно построить линии любой конфигурации и назначить для них объекты классификатора – а это разделяемые ресурсы, которые отвечают всем требованиям инженерной топографии и обладают набором семантических свойств. Таких линий может быть сколько угодно, они могут храниться в разных проектах, но если тип коммуникаций один, допустим, ливневая канали-

зация, то значит, для всех линий будет назначен один и тот же РР.

Сам разделяемый ресурс хранится в специальной библиотеке, а построенные линии просто содержат ссылку на него. При удалении линий, этот ресурс не удаляется.

Разделяемые ресурсы можно модифицировать и создавать заново. Для этого служат несколько специализированных редакторов. Они поставляются вместе с системой. Некоторые ресурсы создаются и редактируются непосредственно в системе при выполнении определенных команд. Для обмена разделяемыми ресурсами служит файл формата DBX.

Упражнение 2. Импорт разделяемых ресурсов

Файл разделяемых ресурсов *ShareData.dbx* находится на диске, в установочных папках программы, в папке Credo-III/DBData.

Порядок выполнения:

1. При первоначальном запуске программы необходимо перейти во вкладку *Данные* и затем выбрать *Импорт разделяемых ресурсов*. (Рис. 7).

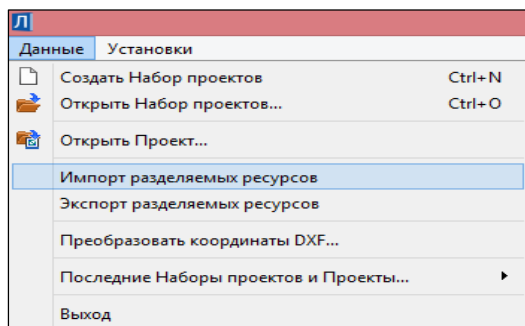


Рис. 7 – Меню вкладки *Данные*

2. После чтения файла *DBX* открывается диалоговое окно *Импорт разделяемых ресурсов* (Рис. 8), в котором нужно выбрать способ импорта – *Удалить все и добавить новые* и нажать кнопку *Импортировать*.

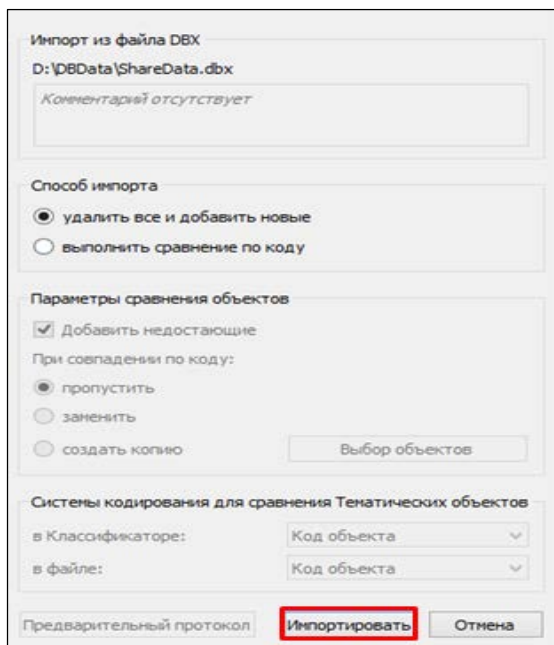


Рис. 8 – Импорт разделяемых ресурсов

Поскольку разделяемые ресурсы импортируются впервые, т.е. библиотека РР формируется заново, то вся информация из файла *DBX* будет внесена в библиотеку РР без изменений.

3. При импорте недостающих РР ТКП 45-1.02-293-2014.*dbx* необходимо в окне, представленном на рисунке 9, выбрать способ импорта – *Выполнить сравнение по коду*, и в параметрах сравнения объектов указать – *Добавить недоста-*

ющие. При совпадении по коду поставить галочку на *Пропустить*. Импорт РР будет осуществлен нажатием на кнопку *Импортировать* (Рис. 9).

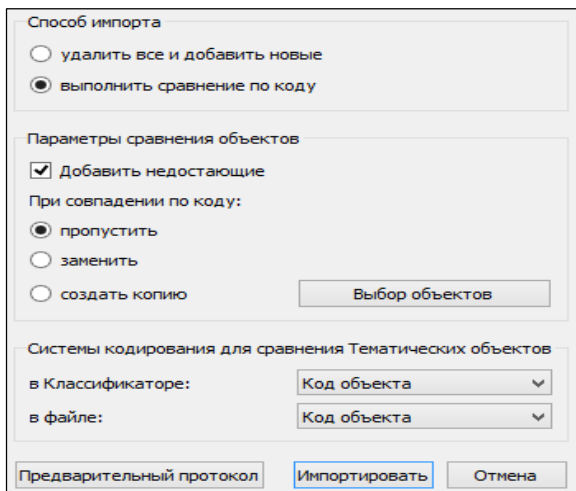


Рис. 9 – Импорт недостающий разделяемых ресурсов

Библиотека РР сохраняется по адресу, который указан в диалоге *Установки/Настройки системы*, вкладка *Служебные папки и файлы* (Рис. 10). Диалог открывается одноименной командой из меню *Установки*.

<ul style="list-style-type: none"> Все системы CREDO - настройки Создание и открытие документов Сохранение документов Служебные папки и файлы Настройка мыши 	<ul style="list-style-type: none"> Служебные папки и файлы Адрес Разделяемых ресурсов Адрес Черновика Адрес шаблонов импорта/экспорта Адрес кеша Веб-карт 	<ul style="list-style-type: none"> C:\Users\House\AppData\Local\Credo-Dialogue\Credoll_2013\ C:\Users\House\AppData\Local\Credo-Dialogue\Credoll_2013\ C:\Users\House\AppData\Local\Credo-Dialogue\Credoll_2013\ImpExpTempates\ C:\Users\House\AppData\Local\Credo-Dialogue\Credoll_2013\
--	--	---

Рис. 10 – Пути сохранения библиотеки разделяемых ресурсов



1.3 Понятие Проект и Набора Проектов

Проект является основной единицей хранения данных в системе. За проектом хранятся:


- структура и свойства слоев;
- элементы, созданные пользователем;
- группа настроек, одинаковых для однотипных элементов: стили размеров, стили поверхностей, свойства подписей точек.

Набор проектов (НП) может состоять из одного или нескольких проектов. За набором проектов сохраняется ряд важных настроек: масштаб съемки, системы координат, единицы измерения, точность представления, данные для заполнения штампов чертежей и ведомостей, графические свойства некоторых элементов и пр. Это позволяет открыть в одном наборе несколько различных проектов и настроить общие свойства одновременно для всех проектов набора.






В узлы набора проектов можно загрузить проект, сохраненный ранее на диске или в хранилище документов (команда

Открыть проект ) , или создать новый проект (команда **Создать набор проектов** ).

Для импорта данных и открытия проектов или НП можно использовать следующее: перетаскивать файлы из проводника в окно системы. Перетаскивать можно файлы проектов и наборов проектов (в том числе файлы обмена), а также файлы с данными, импорт которых предусмотрен в систему.

 *При удалении узла или набора проектов удаления самого проекта не происходит. Удалить проект можно в диалогах открытия и сохранения проектов, а также непосредственно на диске или в хранилище, где сохранен этот проект.*

Управление слоями выполняется в окне **Слои** панели **Проекты и слои** при помощи команд, сосредоточенных на локальной панели инструментов.

Помимо этих команд, предусмотрены различные переключатели для управления видимостью слоев ( и ), условиями удаления  и захвата  элементов каждого слоя (Рис. 11) Предусмотрена возможность управлять видимостью некоторых элементов выделенного слоя или группы слоев после активизации команды **Фильтры видимости** . При переходе во вкладку **Фильтр видимости** появляется окно (Рис. 12).

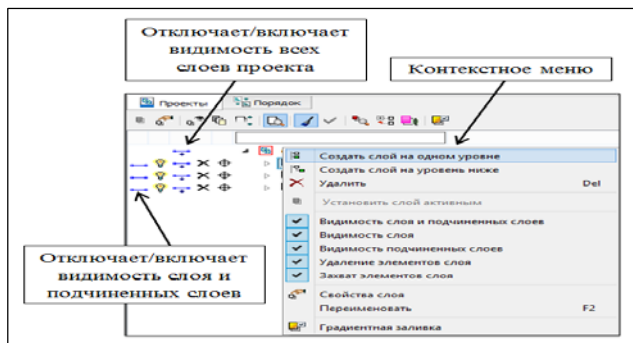


Рис. 11 – Инструменты управления слоями

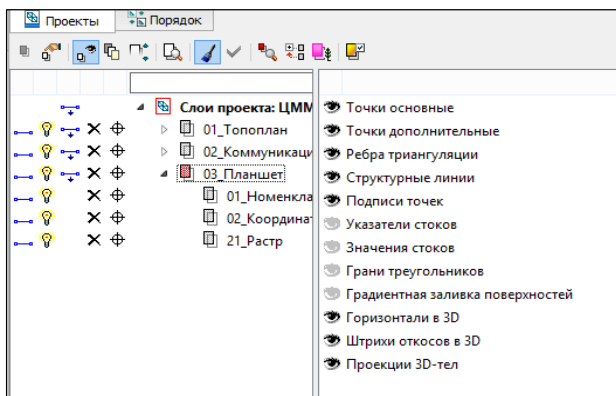




Рис. 12 – Окно фильтра видимости слоя

Здесь устанавливаются фильтры видимости для активного слоя.

Сделать активным слой, а вместе с ним и проект, которому принадлежит этот слой, можно двойным щелчком левой клавиши мыши по названию слоя и тогда активный слой будет подсвечиваться . Так, на рисунке 12, видим, что активным слоем является слой Планшет.

 *Активным слоем считается тот слой, изменения в который будут вводиться и который подсвечивается красным цветом.*

Команды создания, удаления, копирования, вставки и врезки слоев, а также команды, позволяющие изменять структуру слоев в проекте, сосредоточены в диалоговом окне **Организатор слоев**. При переходе в **Организатор слоев** появляется окно (Рис. 13)

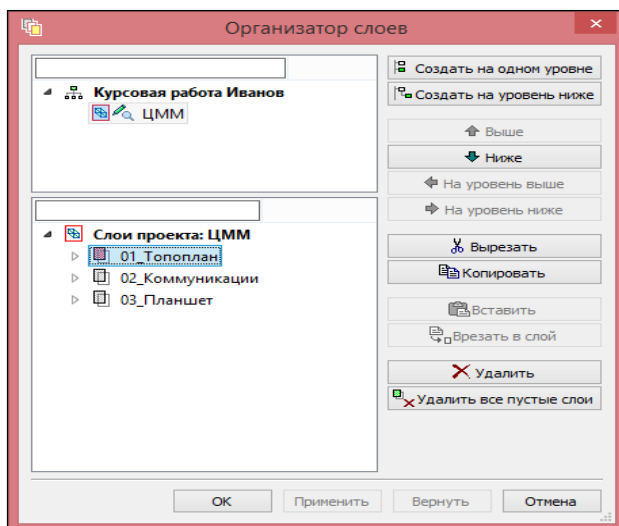


Рис. 13 – Окно *Организатор слоя*

Причем работать можно со слоями всего набора проектов, т.е. со слоями любого проекта. Эти настройки доступны также в контекстном меню каждого слоя, которое вызывается после наведения курсора на слой и нажатия на правую клавишу мыши.

Слой, организацию которого необходимо исправить, необходимо выделить нажатием левой кнопкой мыши. Здесь, нажимая на *Ниже* или *Выше* изменяется расположение выбранного слоя относительно имеющихся слоев.

Упражнение 3. Создание Проекта и Набора проектов

1. В меню **Данные** выберите команду **Создать Набор Проектов**.

2. Выполните установку свойств **набора Проектов**. Для этого в меню **Установки** выберите команду **Свойства набора проектов**. В соответствующих группах заполните **Свойства набора проектов** укажите: **Масштаб** - (1:500), **Систему координат** – **Условная** и **Систему высот** - **Балтийская**. В группе **Рабочая среда /Экран** установите из выпадающего списка **Цвет окна плана** - **Белый**;

3. Переименуйте **Новый набор проектов** - в **Курсовая работа Иванов**, проект - в **ЦММ**, нажатием правой кнопкой мыши на соответствующий слой и выбрав **Переименовать** (Рис. 14);

—

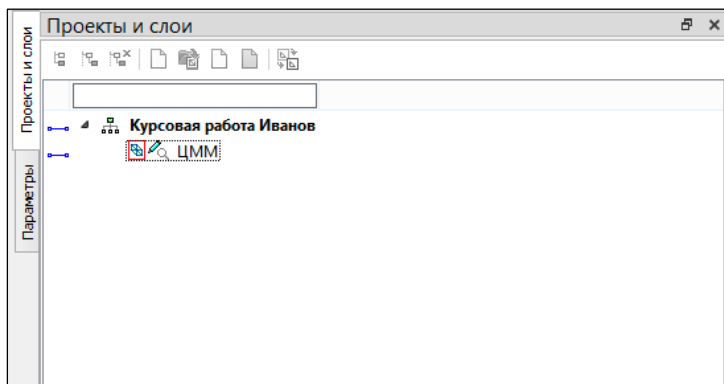



Рис. 14 – Результат переименования
Набора проектов и проекта


 Для гибкого управления составом проектов в наборе проектов плана используется понятие **узел** (место будущего проекта в наборе, указание на проект).

Узлы проектов могут быть свободными и фиксированными.

Свободный узел проектов – это узел, который открыт для изменения: его можно создать, переместить, удалить. В свободном узле может быть открыт любой проект соответствующего типа;

Фиксированный узел – это узел, который создается системой. Изменить его название, переместить или ликвидировать нельзя. В фиксированном узле находятся проекты того типа, которые жестко определены программно.

4. Для проекта **ЦММ** создайте структуру слоев.

 Различают **геометрические** и **тематические** слои.

В геометрических слоях хранится вся информация о геометрическом положении и связях элементов модели, как имеющих семантическое описание, так и не имеющие его.

Тематические слои – это фильтры отображения тематических объектов. Они представляют собой иерархическую структуру, соответствующую классификатору топографической информации. Служат для управления видимостью тематических объектов.

Для создания слоя нажмите правой кнопкой мыши на слой в проекте и выберите *Создать слой на одном уровне* (Рис. 15)

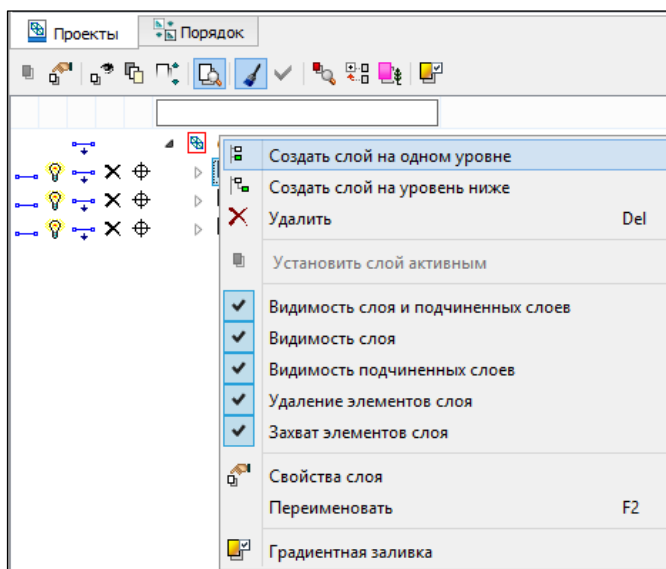


Рис. 15 – Процесс создания слоев на одном уровне

Слои, которые необходимо создать на одном уровне в курсовой работе указаны на рисунке 16.

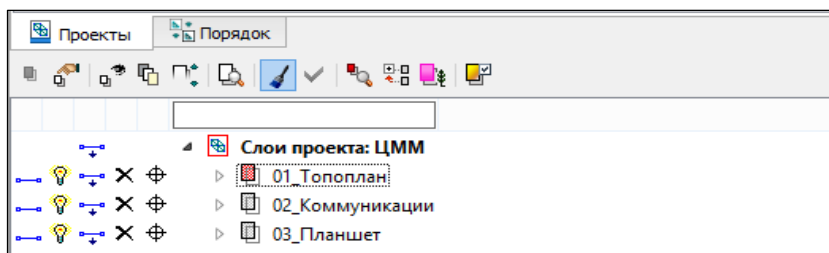


Рис. 16 – Слои, созданные на одном уровне

Слои, которые входят в состав определенного слоя, создаются путем указания при создании *Создать слой на уровень ниже*.

Слои, входящие в слой *Топоплан*, показаны на рисунке 17.

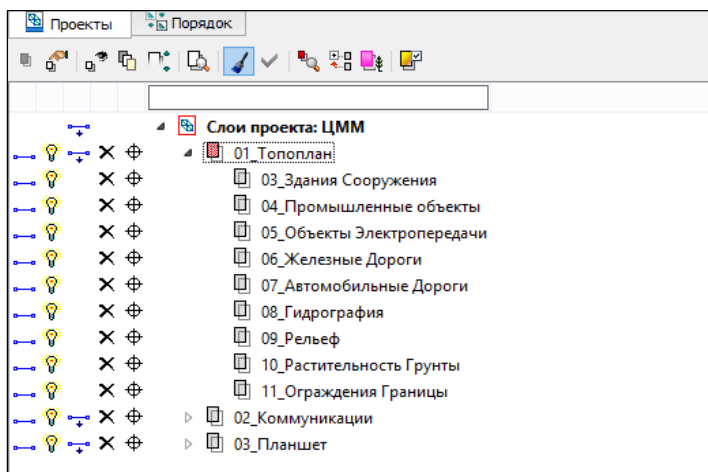


Рис. 17 – Слои, входящие в слой *Топоплан*

Слои, входящие в слой Коммуникации представлены на рисунке 18.

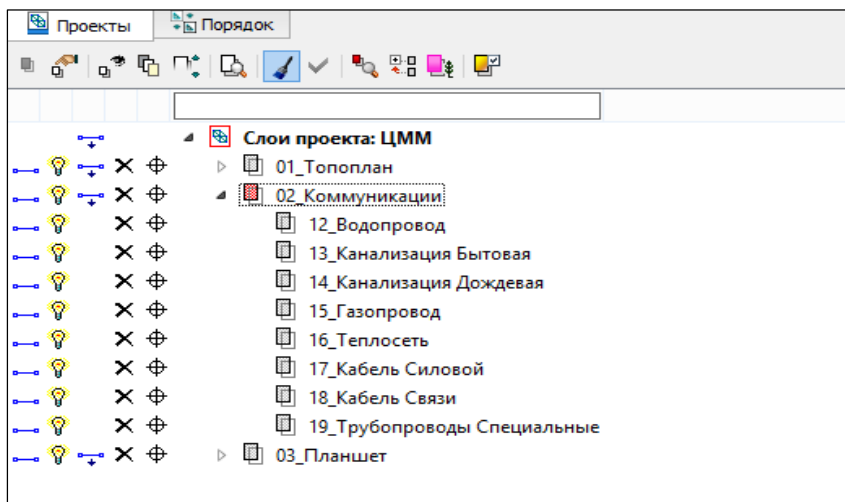


Рис. 18 – Слои, входящие в слой *Коммуникации*

Слои, входящие в слой Планшет представлены на рисунке 19.

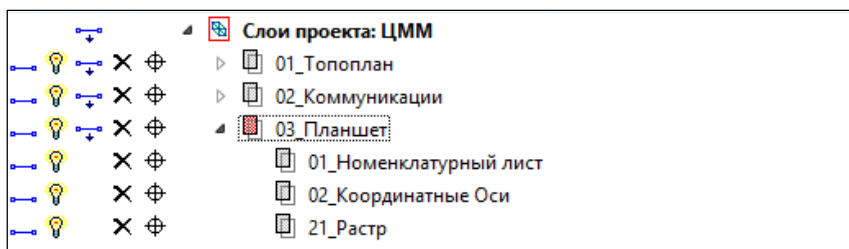



Рис. 19 – Слои, входящие в слой *Планшет*

Проекты и слои – панель, которая содержит функционал для создания и управления структурой проектов в наборе проектов и для работы со слоями.

В отличие от других паркуемых панелей, состоит из нескольких панелей и вкладок, которые нельзя перемещать отдельно друг от друга [3].

Панель **Проекты и слои** разделена горизонтальным сплиттером на две части: вверху – панель проектов с вкладками **Проекты** и **Порядок**, внизу – панель слоев с вкладками **Слои** и **Порядок** (Рис. 20).

5. Выполните сохранение набора проекта (**Данные/Сохранить**).

 При сохранении набора проектов сохраняются адреса входящих в его состав проектов, но не сами проекты.

Для тех, кто работает с хранилищем документов, в диалоге **Сохранение Набора проектов и всех Проектов** есть дополнительная возможность – ввод комментариев к сохраняемой версии документов.

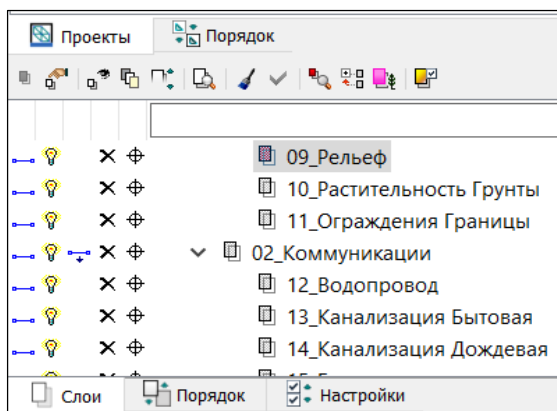


Рис. 20 – Вид панели **Проекты и слои**

Упражнение 4. Импорт исходных данных

Импорт данных может быть осуществлен двумя способами:

1. В любой слой активного проекта (*Данные/Растровые подложки*);

2. Импорт данных Кредо. Данный способ импорта применим при сохранении проекта в трансформе, не экспортировав его как растровая подложка.

При импорте растры всех форматов (TMD, BMP, JPEG, PNG, TIFF) преобразуются в собственный формат растров CREDO – CRF.

Импортируйте растровую подложку в слой **Растр** текущего проекта ЦММ:

1. Выберите команду *Данные/Растровые подложки*. В диалоговом окне **Управление растровыми подложками** нажмите на кнопку *Данные/Импорт подложки/Из файла* и в окне **Импорт подложки** укажите путь к файлу и слой *Растр*, в который данная подложка будет подгружена (Рис. 21).

2. В окне **Параметры объекта** установите вид подложки – *Внутренняя*.



Внутренняя подложка сохраняется в одном файле с проектом, а внешнюю можно сохранить в хранилище документов (ХД) или на диске в файл формата CRF. При этом подложка на диске в исходном формате останется без изменений.

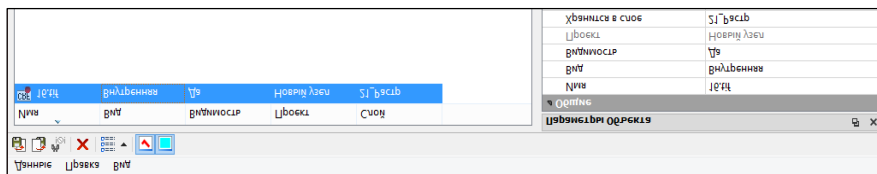


Рис. 21 – Окно *Параметры объекта*

2. Измените порядок «отрисовки» слоев. Для этого в окне **Слои** откройте вкладку **Порядок** и переместите слой **Растр** на первое место в списке, используя инструменты, изображенные стрелочками (Рис. 22).

Отрисовка необходима для выноса необходимого слоя на передний план и установки в необходимой для нас последовательности прорисовки других слоев.

3. Импорт данных Кредо осуществляется переходя в *Данные/Импорт/ Данные в Проект*, как показано на рисунке 23, и в последующем прописывая путь расположения файла.

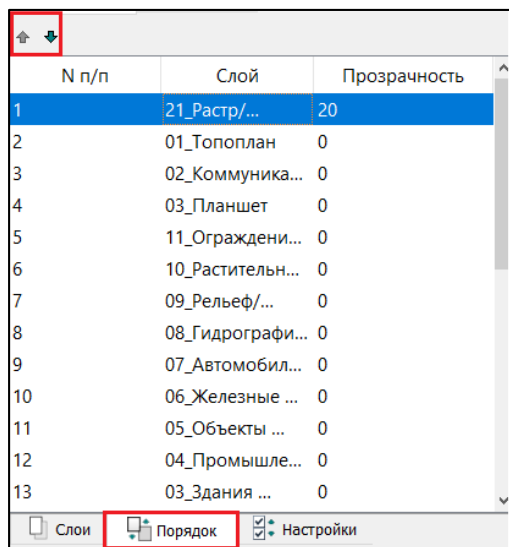


Рис. 22 – Инструменты для изменения порядка слоев

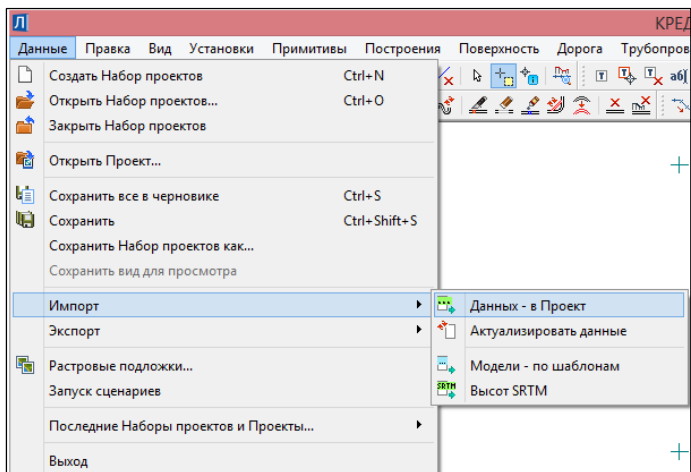


Рис. 23 – Импорт данных Кредо в Проект

1.4 Создание цифровой модели рельефа

Точки служат для создания цифровой модели местности инженерного назначения и объектов ситуации и могут быть двух типов: основные и дополнительные.

Основные точки создаются интерактивными методами или при импорте внешних данных. Такие точки могут иметь имя и характеристику отношения к рельефу: рельефная, ситуационная с отметкой, ситуационная без отметки.

Точка рельефная – это точка с отметкой, которая учитывается при триангуляции. При удалении или повторном создании триангуляции такая точка автоматически не удаляется.

Точка ситуационная используется для определения положения ситуационных объектов и не учитывается при триангуляции. Может быть двух типов: без отметки и с отметкой. В последнем случае, кроме планового положения ситуационного объекта, точка характеризует его высотное положение.

Дополнительные точки создаются системой автоматически в процессе построения поверхностей при участии структурных линий, а также в результате редактирования поверхностей (пересоздание, врезка одной поверхности в другую и т.п.). При редактировании дополнительной точки (изменении отметки) она автоматически становится основной. Видимостью таких точек, как и основных, можно управлять на панели управления слоями [3].

Упражнение 5. Создание рельефных точек по растровой подложке

Порядок выполнения:

1. Сделайте активным слой *Рельеф* проекта ЦММ, нажав на слой левой кнопкой мыши дважды.
2. Отредактируйте положение отметки относительно точки. Для этого активизируйте команду *Установки/Активный проект /Настройка подписей точек*. Установите положение *снизу/справа* (Рис. 24).

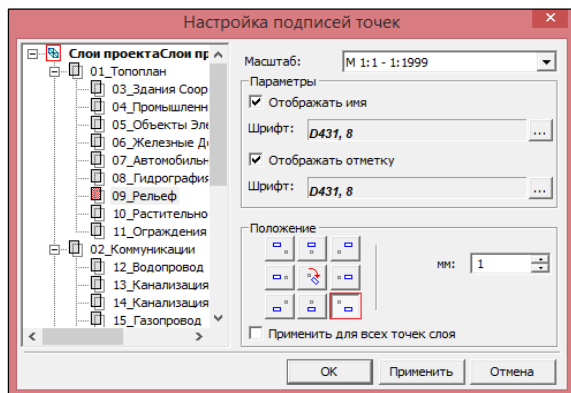



Рис. 24 – Окно *Настройка подписей точек*

3. Оцифруйте рельефные точки растра.

 Проверяем, чтобы активным был слой *Рельеф*. В случае если активным будет иной слой, то в дальнейшем построение поверхности не будет выполнено из-за отсутствия точек в слое *Рельеф*, по которым она создается.

Активизируйте команду *Точка/По курсору* в меню **Построения** (Рис.25).

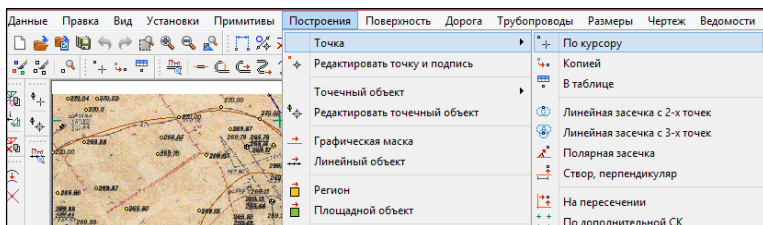



Рис. 25 – Меню *Построения*

4. Установите курсор в режим  *Указание точки* и нажатием левой клавиши мыши, укажите одну из рельефных точек на растровом фрагменте, при этом будет создана точка с отметкой **0,00**, и в окне **Параметры** раскроется список параметров, необходимых для создания точки (Рис. 26):

- в поле **Отметка Н**, м введите значение отметки точки;
- в поле **Тип Н** из списка выберите *Рельефная*;
- в поле **Подпись** точки установите *Отображать*.

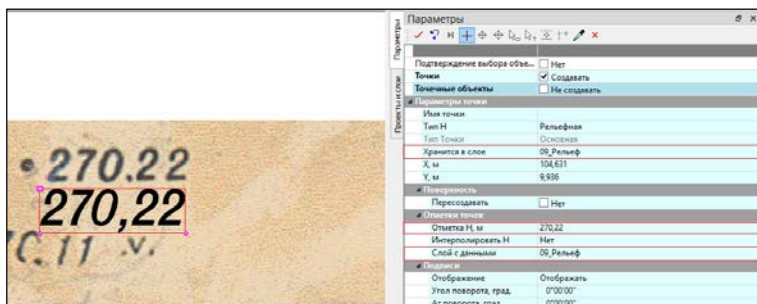



Рис. 26 – Окно *Параметры* при создании точки

 Убедитесь в том, что данные будут храниться в слое *Рельеф*. В случае если изначально не был выбран активным слой *Рельеф*, то можно в окне параметров изменить слой с хранением данных, нажав левой кнопкой мыши по слою и указав необходимый слой из предложенных.

Если при выполнении оцифровки точек вы допустили ошибку в ее положении, то выполните команду *Построение/Редактировать точку/Изменить Параметры* (курсор в режиме *Захват точки*). Затем выберите нужную вам точку и на локальной панели инструментов выберите пиктограмму перемещения объекта.

Аналогично выполните оцифровку всех рельефных точек на фрагменте растра с добавлением на характерных точках рельефа дополнительных точек. В качестве характерных точек выступают отметки у откосов, коммуникаций и т.д.

Так, например, если рассматривать рельефный откос (Рис. 27), то понимаем, что рельефные точки на нем отсутствуют, следовательно, необходимо построение дополнительных. При создании дополнительных точек в других характерных местах, необходимо отметку точке задавать, определяя ее самостоятельно путем интерполяции.



Дополнительные точки на откосе могут быть созданы по отметкам, которые выводятся при построении структурной линии по откосу (понятие и процесс построения структурной линии будет описан в последующих разделах).

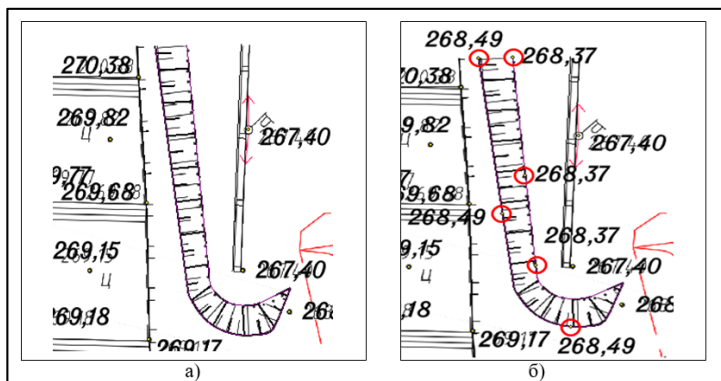


Рис. 27 – Представление откоса без дополнительных точек (а), и при создании дополнительных точек (б)

При создании точек по проездам с бордюрным камнем укажите отметку низа бордюрного камня. Отметки коммуникаций и футляров к ним не следует оцифровывать как рельефные, т.к. они не должны участвовать в построении рельефа, в противном случае рельеф будет построен неверно, как показано на рисунке 28.

5. Выполните сохранение набора проекта (*Данные/Сохранить*).

В системах CREDO III цифровая модель рельефа представляет собой упорядоченное множество треугольных граней, построенное по алгоритму Делоне. Вершинами треугольных граней являются рельефные точки с координатами XYZ. Они соединены ребрами триангуляции, представленными на рисунке 29.

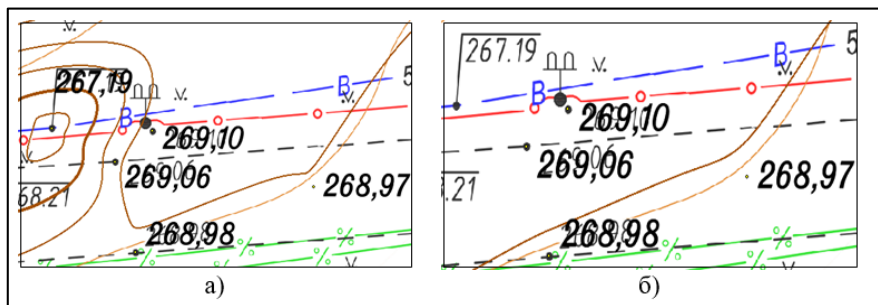


Рис. 28 – Пример построения рельефа при неправильной (а), и правильной (б) оцифровке коммуникаций

Участки цифровых моделей поверхности в системах CREDO III могут представляться горизонталями, обрывами, откосами или другими формами рельефа. Для отображения характерных форм разработаны стили поверхностей.

Стили поверхностей сгруппированы в диалоговом окне **Свойства Проекта** на вкладке **Стили поверхностей**. Этот диалог открывается с помощью одноименной команды из главного меню *Установки/Активный проект* для активного проекта или из контекстного меню для любого выбранного проекта. Каждому стилю соответствует свой набор параметров, которые определяют вид отображения с учетом масштаба съемки.

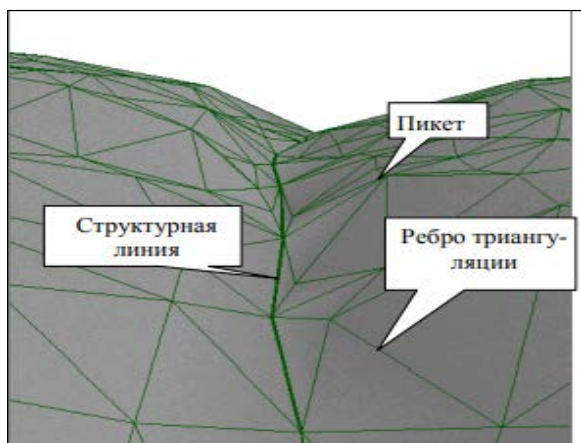


Рис. 29 – Пример построения цифровой модели рельефа

При построении поверхности рельефа выполняются следующие настройки:

Мак длина ребра накладывает ограничение на расчет ребер треугольной сетки. Некорректное задание этого параметра может приводить к дополнительной работе по коррекции рассчитанной сетки. Например, при слишком большом задании значения ребра на краях участка могут образовываться дополнительно узкие треугольники, которые приводят к искажениям линий горизонталей, и которые приходится впоследствии удалять. При слишком малом значении, наоборот, в созданной сетке будут образовываться пустые области, незаполненные треугольной сеткой.

Структурные линии. Для учета структурных линий в построении поверхности установка опции *Упорядочить ребра* обязательна. В этом случае ребра треугольников будут упорядочены вдоль структурных линий. При выборе *Не упорядочивать ребра*, расчет горизонталей может оказаться некоррект-

ным, особенно в тех местах, где структурные линии имеют закругления.



Стиль поверхности. Назначение стиля поверхности из открывающего списка. При выборе стиля *Без отображения* следующие настройки не открываются. Другие параметры определяются выбором стиля отображения и особых пояснений не требуют [3].

Стили, основанные на представлении поверхности горизонталями, наиболее часто используются в моделях рельефа. Построение самих горизонталей – это математическая задача, которая решается на основе алгоритмов расчета *Аппроксимационных и Интерполяционных* (чаще всего кубических) сплайнов. Основное различие между этими двумя типами сплайнов заключается в том, что интерполяционный сплайн проходит строго через точки или узлы интерполяции. Аппроксимационный сплайн, напротив, проходит «мимо» узлов интерполяции с соблюдением некоторого критерия отстояния от них.

Упражнение 6. Построение поверхности

Для построения поверхности необходимо использовать команду *Создать в слое или контуре* в меню **Поверхность**.

1. Установите слой *Рельеф* активным. Активизируйте команду *Поверхность/Создать поверхность/Создать в слое*, и выполните настройки параметров создаваемой поверхности согласно рисунку 30.

После введения параметров нажмите кнопку  *Создать поверхность*. Завершите построение кнопкой *Применить построение* . В результате будет создана поверхность в виде треугольников, отображаемая при помощи горизонталей.

Для проверки правильности создания поверхности, выберите команду *Поверхность/Создать в незаполненных участках*. При этом на экране выделится участок, где поверхность

из-за малости длины ребра треугольника отсутствует.

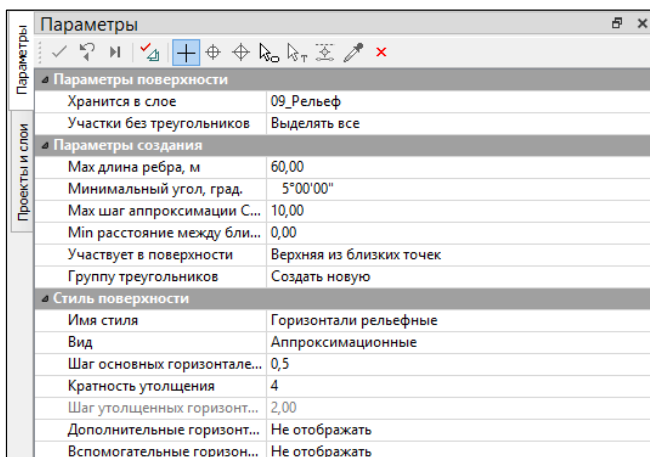




Рис. 30 – Окно **Параметры**
команды *Поверхность*

2. Отредактируйте созданную поверхность.

 В редактировании поверхностей можно выделить два вида действий:

- изменение триангуляции в результате добавления или удаления точек, использования структурных линий, изменения отметок точек, изменения положения ребер триангуляции;
- изменение вида отображения. В этом случае триангуляция не редактируется, но изменяется стиль отображения на отдельных участках (для выделенной группы треугольников): замена горизонталей откосами, обрывами и, наоборот, введение дополнительных и вспомогательных горизонталей, изменение шага или высоты сечения рельефа. Это позволяет адекватно, с учетом нормативных требований, отобразить рельеф.

Для осуществления редактирования поверхности перейдите в окно **Параметры** и выберите команду *Редактирование поверхности*, нажав на соответствующую пиктограмму , как показано на рисунке 31.

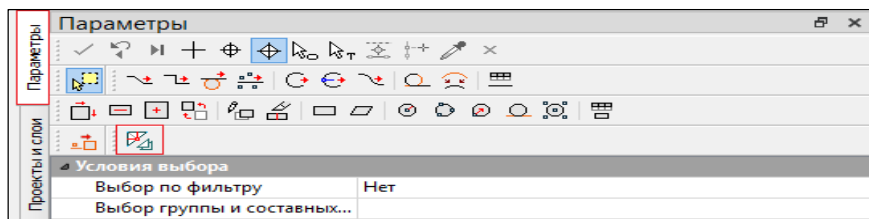




Рис. 31 – Процесс перехода в режим редактирования поверхности

3. Далее появляется окно, которое изображено на рисунке 32, где можно использовать инструменты для редактирования поверхности *Перебросить ребро*  и *Удалить треугольники* .

Для использования команды *Перебросить ребро* необходимо левой кнопкой мыши кликнуть на ребро, которое необходимо перебросить.

Для использования команды *Удалить треугольники* необходимо удалить узкие треугольники на границе съемки, нажав на них левой кнопкой мыши (Рис. 32).

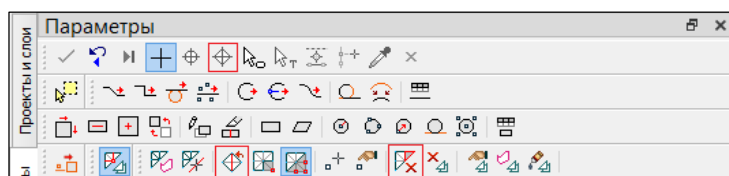


Рис. 32 – Инструменты режима редактирования поверхности

В результате редактирования часть горизонтали приняла вид, представленный на рисунке 33.

4. Выполните графическое оформление модели поверхности с помощью *бергштрихов и надписей горизонталей*:

– активизируйте команду *Поверхность/Бергштрихи и надписи горизонталей/С созданием элементов*;

определите линию подписи горизонталей. В окне *Параметров* установите **Надписи горизонталей – Да. Бергштрихи – Нет**. Примените построение.

5. Выполните сохранение набора проекта (*Данные/Сохранить*).

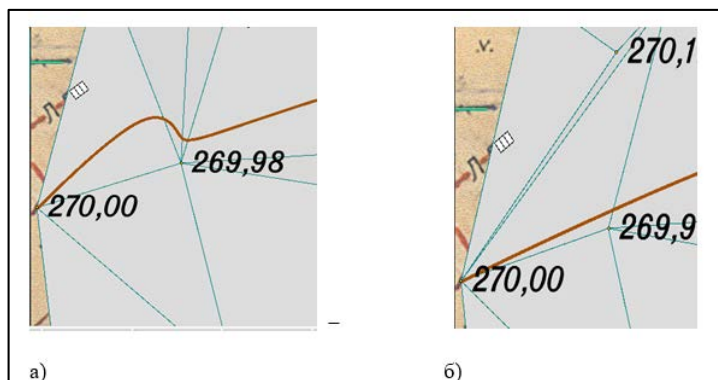


Рис. 33 – Первоначальный вид горизонтали (а), вид горизонтали после редактирования (б).

Для моделирования характерных участков существующего рельефа и проектных поверхностей (талъвегов, водоразделов, рек, дорог, канав, участков планировки территории и т.д.) предназначены структурные линии (далее СЛ). СЛ обеспечивают достоверность и точность моделей поверхностей.



Структурная линия представляет собой трехмерную линию, которая имеет профиль для определения ее высотного положения

СЛ создаются по верхней и нижней бровкам откоса, по краям и центру канавы, по контуру строительных площадок и т.п., т.е. если нужно применить разнообразные стили отображения поверхности рельефа. По контуру бордюра, подпорных стенок создается СЛ с двойным профилем.

Процесс построения СЛ можно условно разделить на два этапа. На первом этапе определяется плановая геометрия структурной линии (указываются существующие полилинии или примитивы либо создаются новые элементы), на втором этапе определяется высотное положение СЛ.



В системах CREDO III для структурных линий введено понятие корректности. Некорректной структурная линия становится, если при создании она коснулась или пересеклась с другой структурной линией либо сама с собой в плане, а в профиле отметки в точках касания или пересечения не совпадают.

Упражнение 7. Моделирование откосов

Откос, который необходимо создать, представлен на рисунке 34.

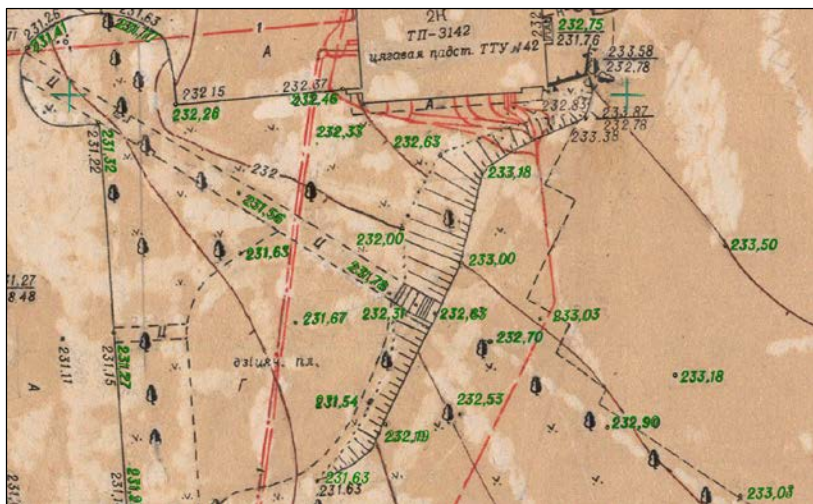


Рис. 34 – Внешний вид откоса



Выделяют откосы ситуационные с отметками по контуру откоса и рельефные, отметки по контуру которого отсутствуют.

На рисунке 34 представлен ситуационный откос, принцип построения которого рассмотрен далее.

Порядок выполнения:

1. Сделайте слой **Рельеф** проекта **ЦММ** активным;
2. В фильтрах видимости (окно **Слои**) включите видимость **СЛ** (Рис.35);

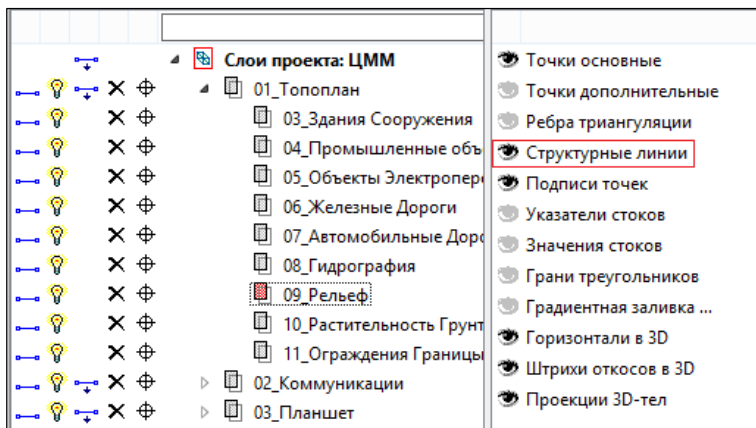


Рис. 35 – Меню окна *Слои*

3. Команда для создания СЛ находится в меню *Поверхность/ Структурная линия*. Создание СЛ осуществляется методом создания в плане – *Слайнами* и с захватом точки с использованием *Курсор–Указание точки* (Рис. 36).

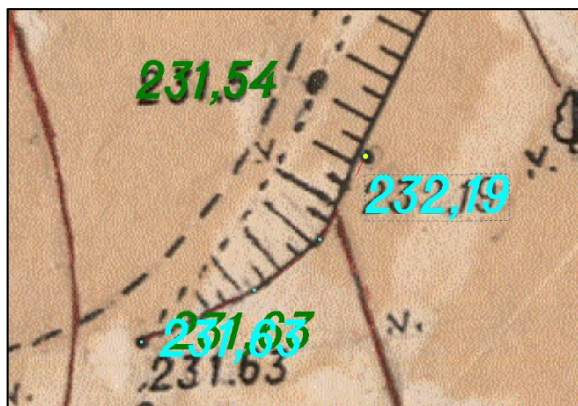


Рис. 36 – Захват точки при построении СЛ

Моделирование откосов осуществляется построением двух структурных линий, описывающих откос.

Отрисовка откоса структурной линией по верху/низу осуществляется по следующей последовательности: точка начала откоса, верх/низ откоса, точка конца откоса. Указание верха и низа откоса выполняйте, согласно рисунку 37.



Рис. 37 – Верх и низ откоса

4. При создании СЛ в окне **Параметры** задайте параметры:

- Метод определения – *Линейная интерполяция*,
- Корректные СЛ – *Учитывать*;
- Некорректные СЛ – *Не учитывать*.

5. Далее перейдите в **Построения/Штриховка откосов**, где в выпадающем окне, которое представлено на рисунке 37, необходимо указать тип откоса, характерный для вашего, верх и низ откоса согласно изображению на рисунке 38.

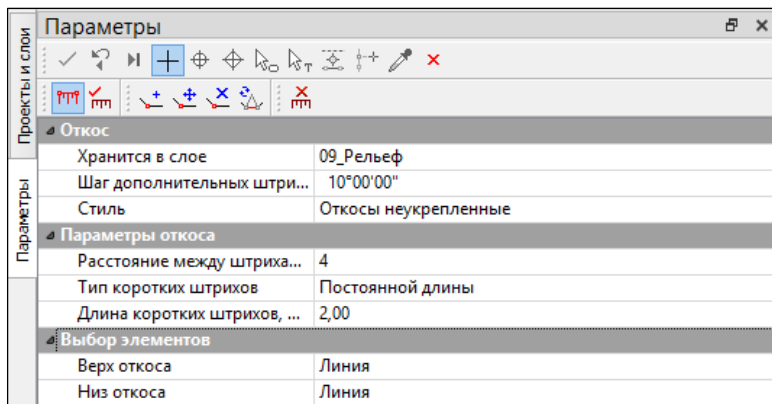


Рис. 38 – Окно **Параметры** команды *откосы*

Редактирование штриховки откоса осуществляется сразу же после указания верха и низа откоса. Для этого необходимо указать точку, нажатием на место в откосе (на рисунке 39 обведена кружком), где необходимо осуществить изменение направления вектора, который появляется в виде красной линии, согласно рисунку 34.

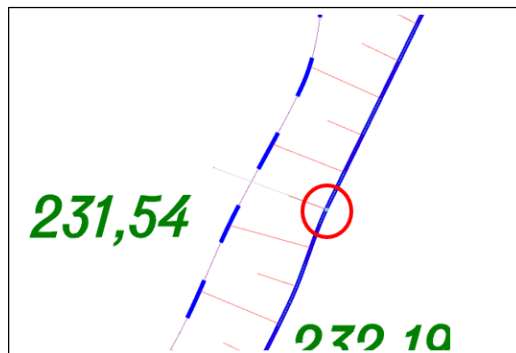


Рис. 39 – Указание точки для редактирования штрихов откоса

6. Выполните вытягивание вектора в необходимом направлении, как показано на рисунке 40.



Рис. 40 – Задание направления вектору

7. Примите построение.

Созданный откос имеет вид, представленный на рисунке 41.

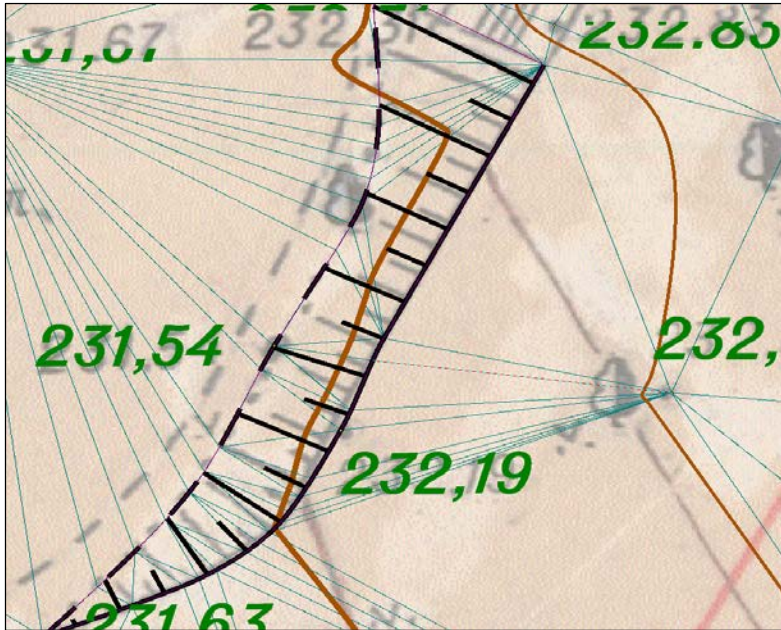


Рис. 41 – Внешний вид созданного откоса

8. Заметим, что верх откоса на растре был представлен точками, а созданный откос отрисовался пунктирной линией. В данном случае выполните редактирование отображения верха откоса.

Для этого курсором выберите откос и перейдите в *Свойства проекта/Стили поверхности/Откосы неукрепленные*, как показано на рисунке 42.

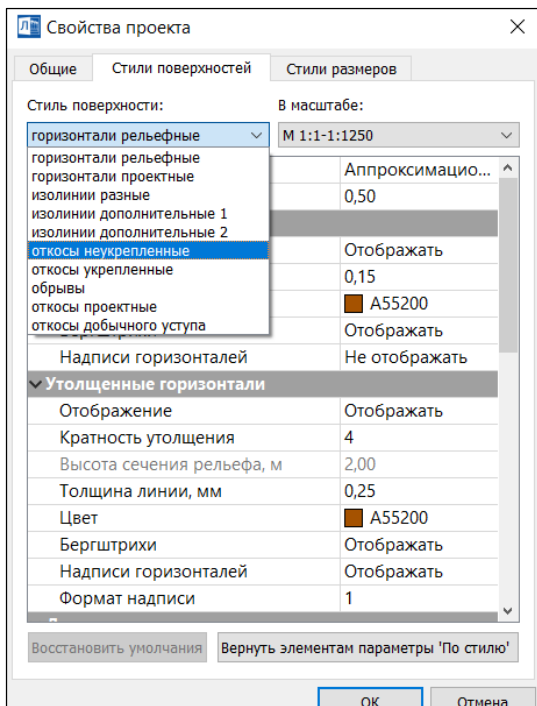


Рис. 42 – Изменения стиля
Поверхности откоса

9. Задайте тип линии низа откоса точками (Рис.43) и примените построение.

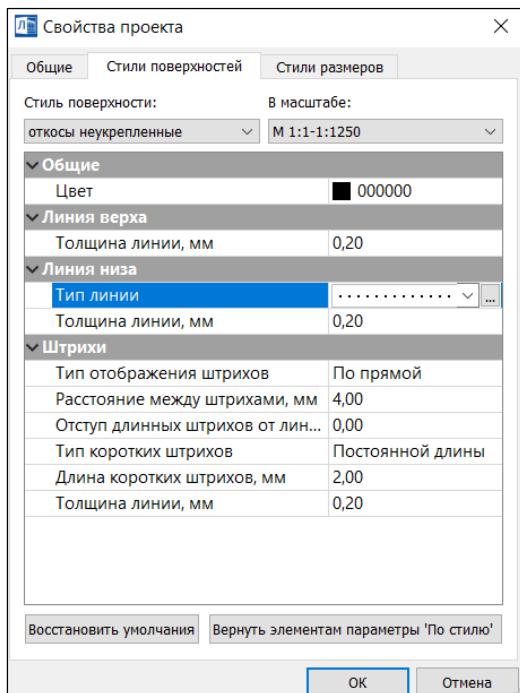


Рис. 43 – Изменения типа отображения низа откоса

В результате построения откос примет вид, представленный на рисунке 44.

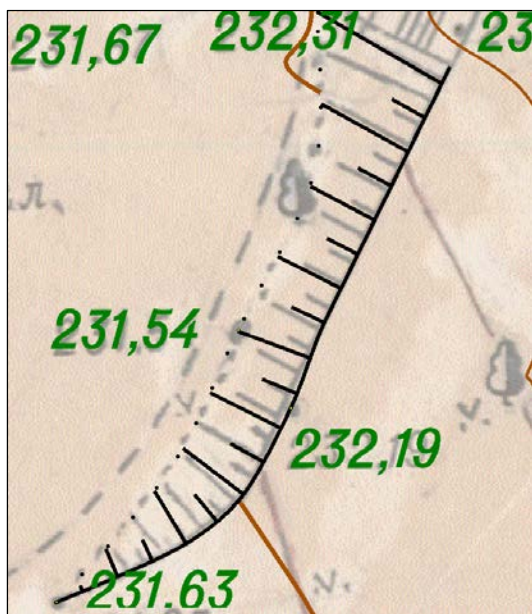


Рис. 44 – Отредактированный откос

10. Выполните построение группы треугольников в откосе, чтобы рельеф отрисовывался корректно с учетом особенностей откосов. Для этого перейдите на вкладку *Параметры* и выберите команду *Редактировать поверхность/ Группы треугольников по заложени*, указанные на рисунке 45.

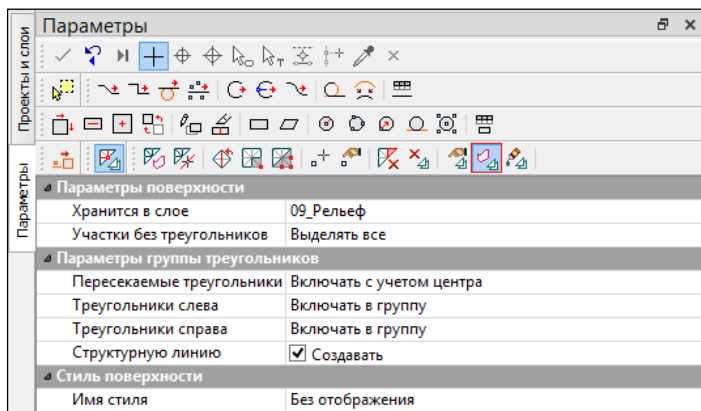



Рис. 45 – Окно **Параметры** команды
Редактирование поверхности

11. После вызова команды  укажите курсором границу, создаваемой группы треугольников, пересекая ребра, опирающиеся на структурные линии моделирующего откоса, как представлено на рисунке 46.

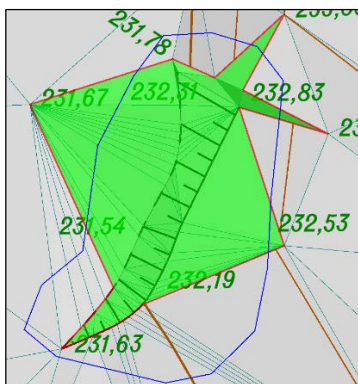


Рис. 46 – Процесс создания
Группы треугольников

Иногда в создаваемую группу треугольников попадают лишние треугольники, как показано на рисунке 46 . Чтобы исключить лишние, необходимо кликнуть левой кнопкой мыши по лишнему треугольнику. Так необходимо сделать по всему периметру откоса, чтобы граница создаваемой группы треугольников была создана по контуру смоделированного откоса. Пример создания группы треугольников по откосу представлен на рисунке 47.

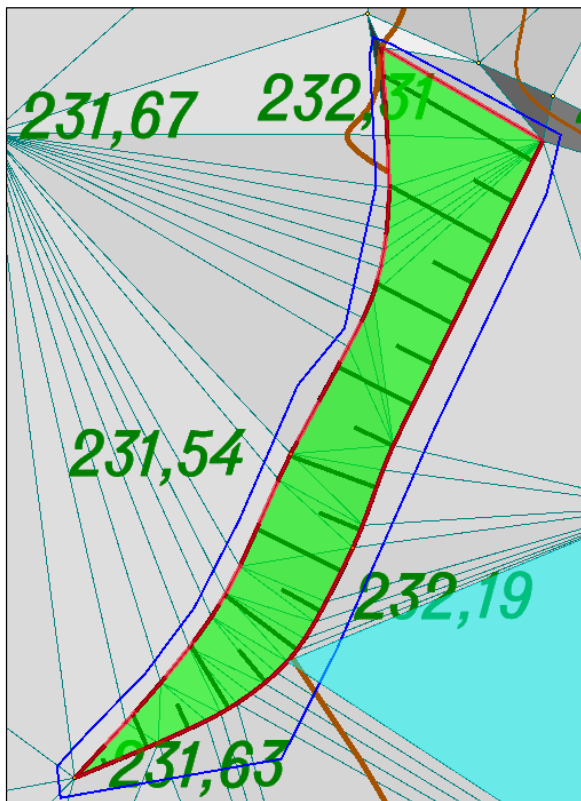




Рис. 47 – Созданная группа
треугольников по контуру откоса

 Для контроля правильности построения поверхности, после создания группы треугольников есть возможность просмотреть разрез созданной поверхности в любом месте, вызвав команду *Поверхность/Разрез*.

12. Для проверки корректности создания группы треугольников перейдите в *Поверхность/Группы треугольников по заложению* и *Курсор–Выбор полигона* .

Весь контур треугольников по заложению будет подсвечиваться голубым цветом, а откосы (если создана группа треугольников) будут вырезаны с заданного контура (Рис. 48).

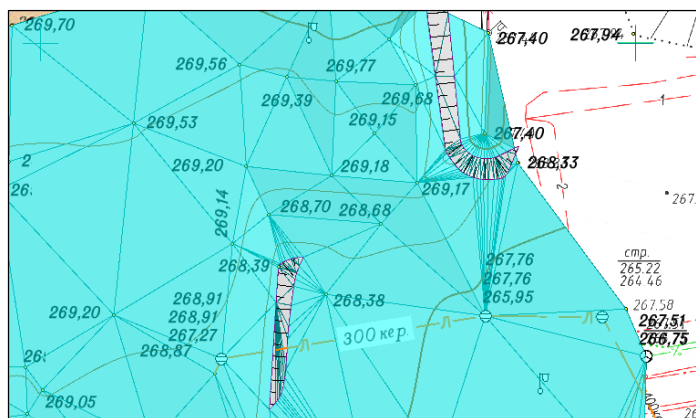


Рис. 48 – Откосы при построении поверхности

При столкновении с рельефным откосом стараются выполнять его построение как ситуационного путем добавления дополнительных точек, как показано на рисунке 27. Причиной этому служит отсутствие возможности корректировки постро-

енных штрихов откоса, построенные автоматически программой.

Разница в построении ситуационного откоса относительно рельефного заключается в указании разного стиля отображения поверхности группы треугольников: в ситуационном откосе стиль отображения выбирался *Без отображения*, а рельефному откосу задается в соответствии с видом откоса.

Так, для откоса, представленного на рисунке 27, был выбран стиль отображения *Откос неукрепленный* и результат построения представлен на рисунке 49.

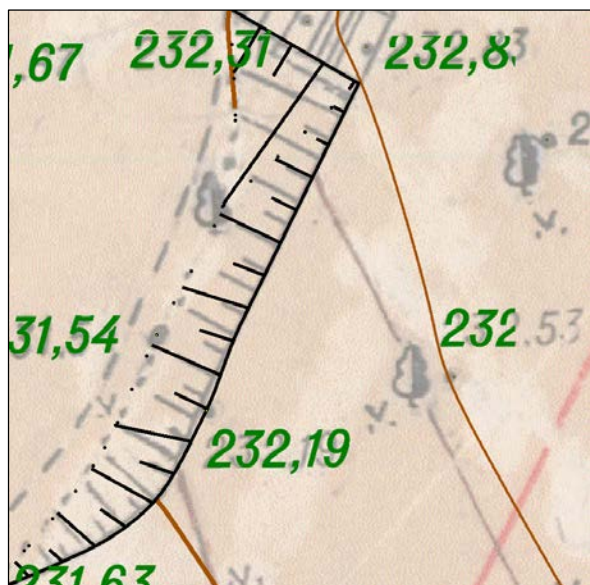



Рис. 49 – Рельефный откос

Упражнение 8. Моделирование поверхности с бордюрным камнем

Для моделирования поверхности с бордюрным камнем необходимо создавать структурную линию с двойным профилем.

 Довольно часто единственного профиля бывает недостаточно для отображения геометрических свойств объекта или земной поверхности. Такие ситуации возникают при необходимости отображать отвесные или почти отвесные поверхности: обрывы, подпорные стенки, кромки проезжей части, ограниченные бордюрами, и т.п.

При построении цифровой модели поверхности в таких случаях возникает неопределенность, которая разрешается путем использования структурных линий с двойным профилем. Один из этих профилей – верхний (например, по верхней кромке подпорной стенки или бордюра) и другой – нижний (например, по линии пересечения вертикальной поверхности той же стенки или бордюра с покрытием дороги) определяют поверхность вертикального участка.

Порядок выполнения:

1. Создайте *Объект по линии* с *Курсор – Указание точки* линию по бордюру.

После создании линии по объекту необходимо поставить галочки на создание как линейного объекта: *Тротуары и пешеходные дорожки*, так и на структурной линии (Рис.50).

2. Задайте **Параметры** создания СЛ:

– в параметрах **Первого профиля**, в строке **Метод определения** – *Линейная интерполяция*, и т.д. согласно изображению на рисунке 50:

– направление второго профиля устанавливается в зависимости от положения проезжей части по ходу отрисовки СЛ (справа или слева), тогда в параметрах **Второго профиля** в строке **Вертикальная плоскость** укажите - *Справа* или *Слева*

и в строке **Высота вертикальной плоскости** - высоту бордюрного камня.

Высота бордюрного камня устанавливается как разность отметок между поверхностью земли и бардюрным камнем, которые указываются на растре у каждой точки.

Важно, что рассмотренный способ построения бордюрного камня применим только при наличии равных отклонений отметок.

На рисунке 51 видно, то бордюрный камень представлен двумя отметками, в каждой точке отклонение которых составляет 0,16 м.

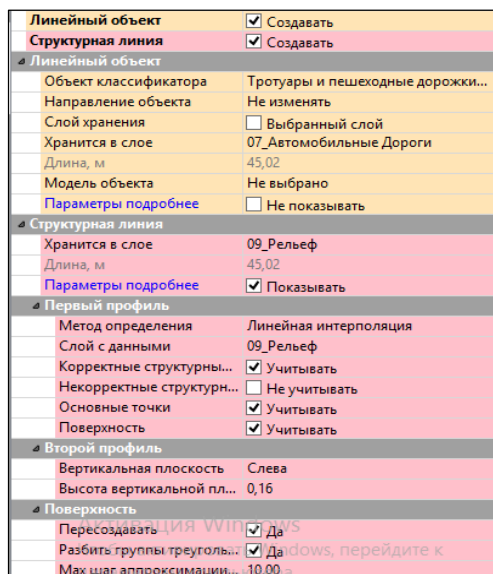


Рис. 50 – Окно **Параметры**
Структурной линии

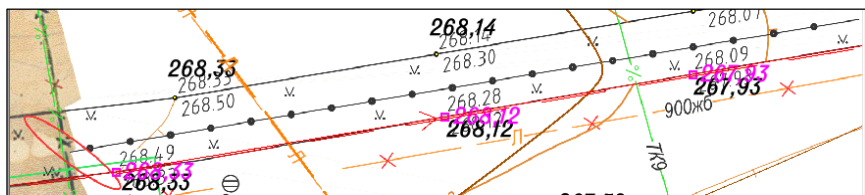


Рис.51 – Процесс создания СЛ по проезжей части, ограниченной бордюром камнем

3. После построения СЛ по бордюроному камню необходимо выполнить разрез и убедиться, что указание расположения вертикальной плоскости верно. Для этого переходим в **Поверхность/Разрез**, выполняем разрез поперек бордюрного камня и принимаем построение. Процесс построения разреза представлен на рисунке 52.

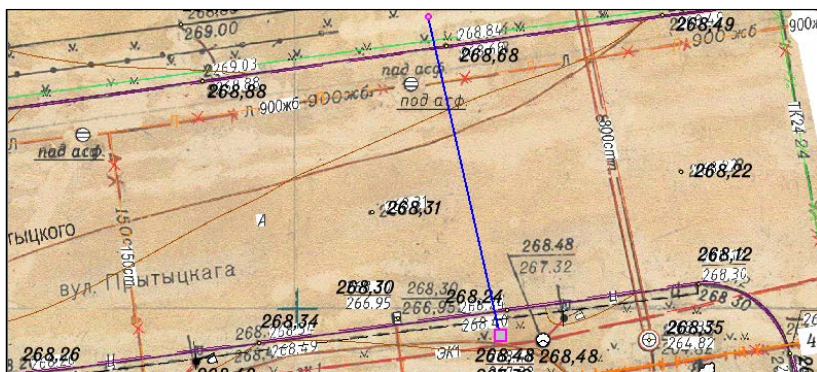



Рис. 52 – Процесс построения разреза

В случае если получен некорректный результат, пример которого представлен на рисунке 53, то необходимо исправить положение вертикальной плоскости. Для этого, с помощью инструмента **Курсор-Захват линии**  указывается структурная

линия, положение вертикальной плоскости которой необходимо изменить, кликнув на нее, как показано на рисунке 54.

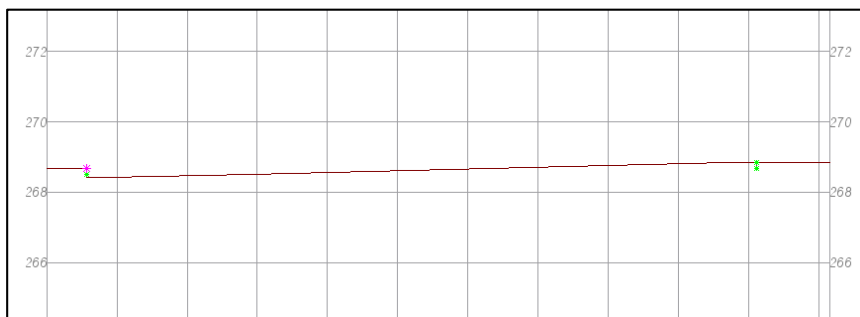


Рис.53 – Пример некорректного построения разреза поперек проезжей части, ограниченной бордюром и смоделированной с помощью СЛ

Далее перейдите в редактирование положения вертикальной плоскости согласно рисунку 54.

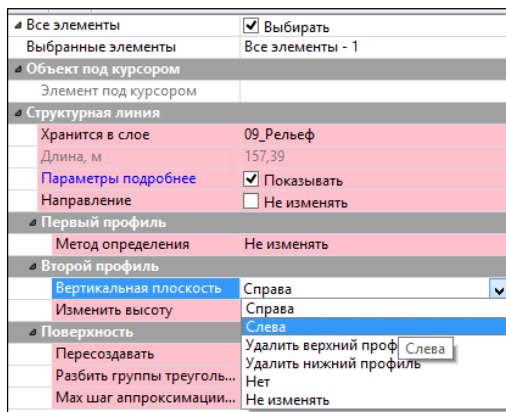


Рис. 54 – Настройки параметров
Вертикальной плоскости

После внесения изменений необходимо повторно выполнить разрез для проверки правильности построения. При правильном определении положения вертикальной плоскости в разрезе должны получить «дорожное корыто», согласно рисунку 55.

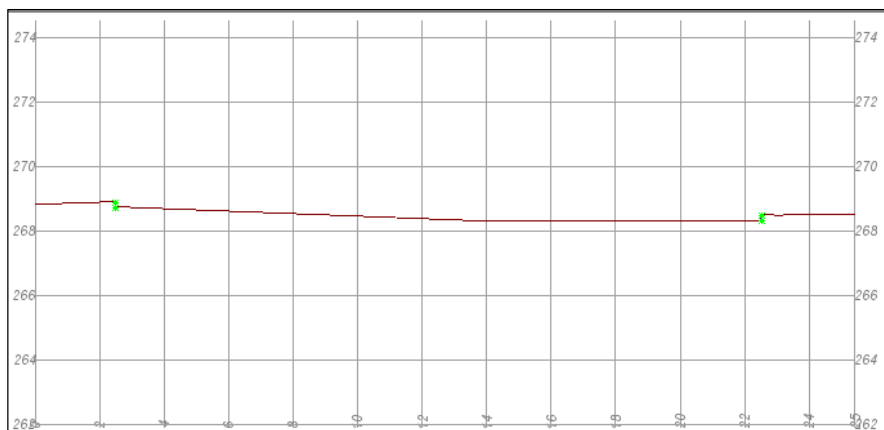


Рис. 55 – Результат построения разреза, вдоль проезжей части, ограниченной бордюром и смоделированной с помощью СЛ

Не всегда разница отметок на всем протяжении бордюрного камня одинаковая и применим данным метод построения. В случае, если непостоянная разница отметок, то необходимо выполнить построение бордюрного камня аналогично построению подпорной стенки, рассмотренной далее.

Упражнение 9. Моделирование поверхности с подпорной стенкой

Подпорная стенка — конструкция, удерживающая от обрушения находящийся за ней массив грунта. Наиболее часто используется в строительстве гидротехнических сооружений (причалов, шлюзовых камер, устоев плотин и т. п.) и в мостостроении.

Подпорные стенки могут быть двух видов:


- с постоянной разницей отметки верха и низа стенки
- с различной высотой стенки на всей ее протяженности.

Для первого случая достаточно создать объект по линии с созданием СЛ, в которой требуется указать величину второго профиля и направление изменения отметки (слева либо справа). Подробнее описано в пункте создания дорожного полотна [3].


При построении подпорной стенки с непостоянной величиной разницы отметок верха и низа требуется пользоваться инструментами, описанными для первого случая, но создание второго профиля в автоматическом режиме приведет к некорректному построению рельефа, и данный способ не будет учитывать изменение высоты стенки на всей ее протяженности. В этом случае линию второго профиля требуется построить вручную.

Порядок выполнения:

1. Создайте отметки верха подпорной стенки в характерных точках

2. По созданным точкам выполните построение *Объект по линии*  с соответствующим условным знаком, который должен храниться в слое *Гидрография*, и СЛ, которая хранится в слое *Рельеф*.

3. Далее выполните построение профиля СЛ, по пути **Поверхность/Профиль Структурной линии**, как показано на рисунке 56.

Выберите СЛ по которой требуется построить профиль. В открывшемся меню **Параметры** соглашаемся с построением, кликнув на .

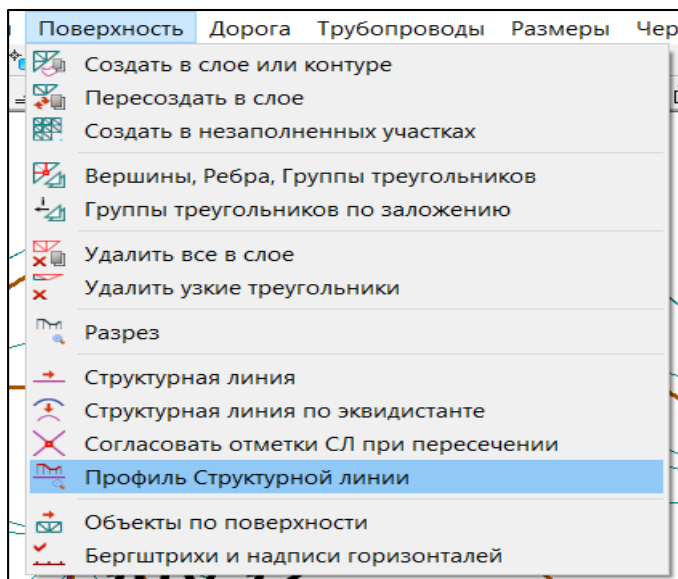


Рис. 56 – Меню вкладки поверхность

4. В открывшемся окне по построенному профилю видно, что структурная линия строилась с учетом рельефа. Для

корректного изображения профиля подорной стенки требуется привести линию первого профиля к отметкам подпорной стенки, которые показаны на рисунке 57.

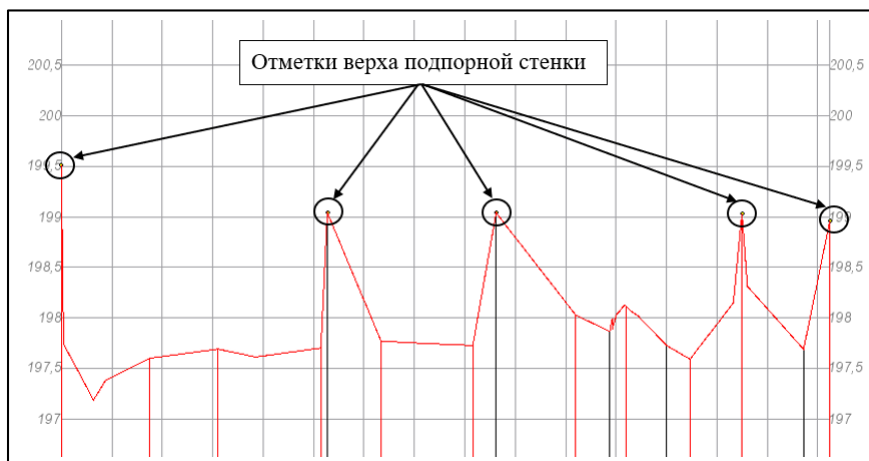



Рис. 57 – Первоначальный Профиль СЛ по подпорной стенке

5. Далее, с помощью инструмента *Курсор-Захват линии* выделите линию первого профиля, затем требуется воспользоваться инструментом  *Заменить сегмент*, который позволяет привести первый профиль к отметкам верха подпорной стенки, как изображено на рисунке 58.

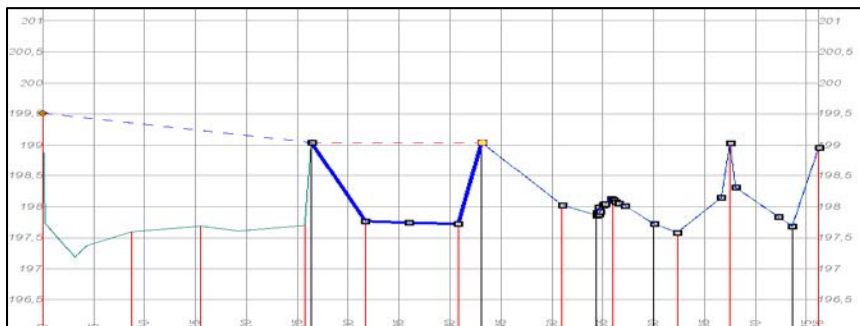


Рис. 58 – Приведение первого профиля СЛ к точкам верха подпорной стенки

6. После завершения операции требуется создать второй профиль. Для этого перейдите в **Профили/Объекты по линии**, как показано на рисунке 59.

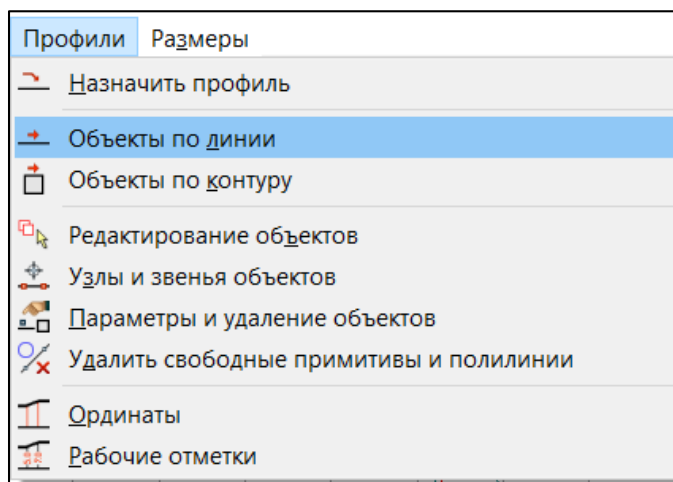



Рис. 59 – Меню вкладки *Профили*

7. В открывшемся меню **Параметры**, используя инструмент  *По смещению*, выделяется линия первого профиля, и смещается на произвольное расстояние, для создания линии второго профиля. Процесс построения изображен на рисунке 60.

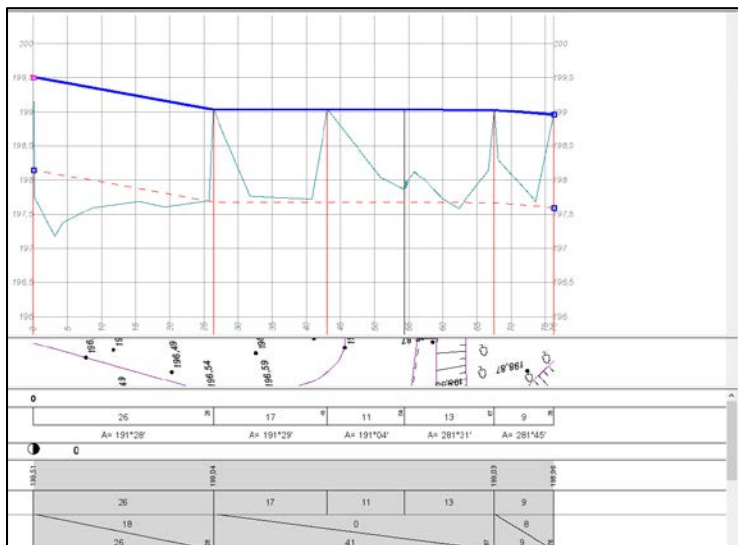


Рис. 60 – Процесс смещения линии первого профиля

8. Создайте *Профиль объекта*, как показано на рисунке 61, и сохраните в слое *Второй профиль*.

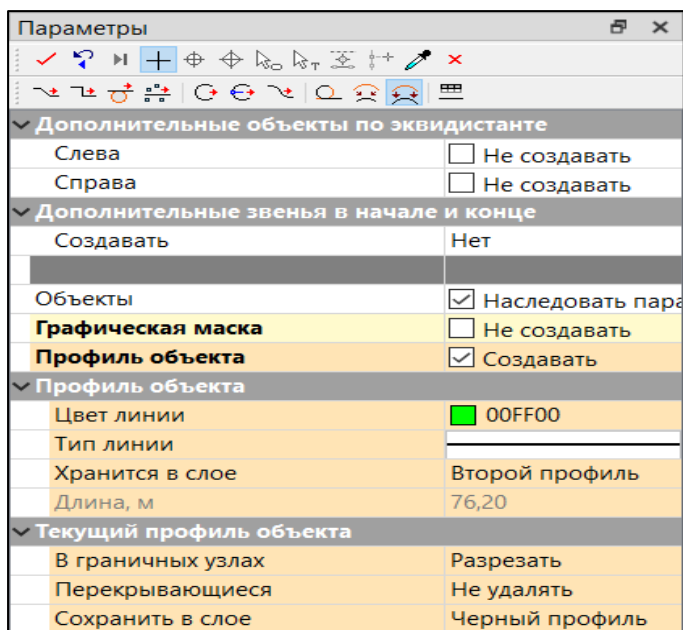



Рис. 61 – Задание параметров
Второму профилю

9. Следующий этап – изменение отметок второго профиля. Для этого выделите линию второго профиля и с помощью инструмента  *Переместить узел*, смещайте каждую характерную точку, а в меню **Параметры**, вкладке *Узел*, устанавливаются *Смещение по Отметка Н* и *Расстояние*, равные нулю, и в графе *Отметка Н* прописывается требуемая отметка. Данное действие выполняется с каждой характерной точкой подпорной стенки. Процесс перенесения точек второго профиля представлен на рисунке 62.

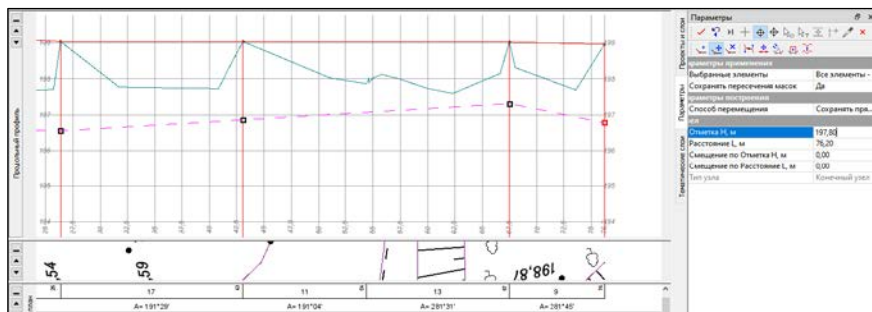


Рис. 62 – Редактирование второго профиля СЛ

10. Чтобы изменения вступили в силу, требуется перейти по пути **Данные/Применить профиль в маске СЛ**, как показано на рисунке 63.

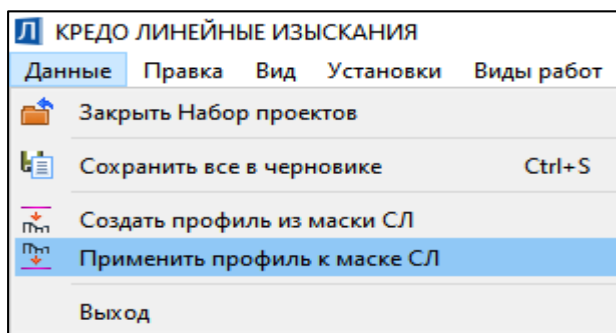



Рис. 63 – Применение созданного профиля к маске СЛ

11. После завершения построения профиля, и выхода в пространство плана для того, чтобы созданный профиль учитывался при построении рельефа, требуется перейти в **Параметры поверхности**, и при помощи инструмента  *Пере-*

создать поверхность вдоль линии выделить измененную структурную линию, и завершить построение. Пример построенной подпорной стенки представлен на рисунке 64.

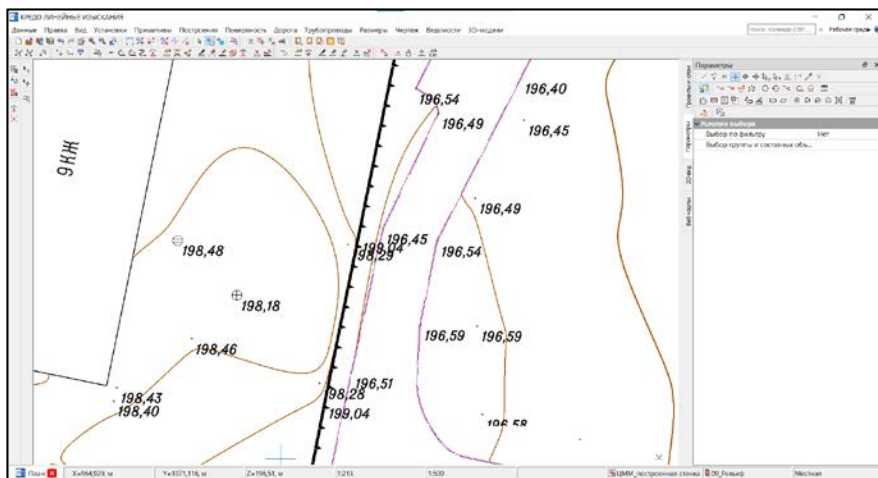



Рис. 64 – Построенная подпорная стенка в плане

Для проверки правильности создания подпорной стенки рекомендуется построить разрез поверхности, с помощью соответствующего инструмента , по пути *Поверхность/Разрез*. Построенный разрез для созданной подпорной стенки представлен на рисунке 65.

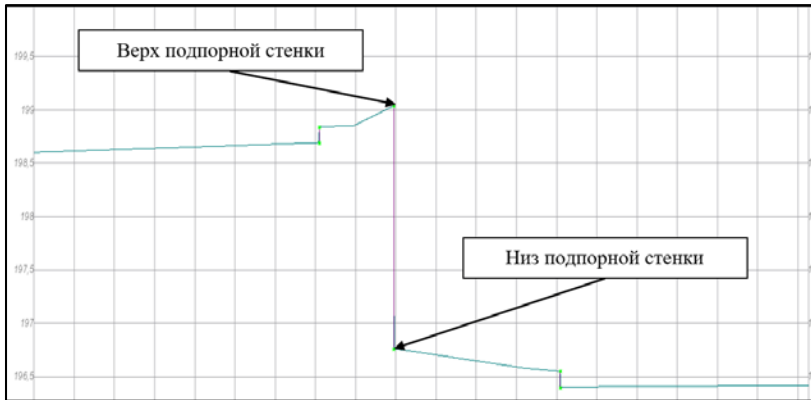


Рис. 65 – Разрез поперек подпорной стенки

Упражнение 10. Моделирование поверхности с канавой

1. Создайте структурную линию по контуру канавы, захватывая точки. Как и в откосе необходимо построение двух структурных линий, описывающих канаву и сходящихся в одной точке. На рисунок 66 показана отрисовка одной из структурных линий по канаве.

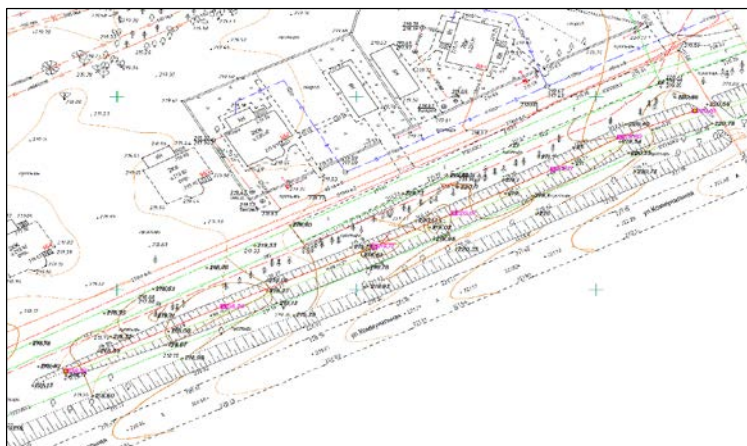


Рис. 66 – Отрисовка структурной линии по канаве

2. При отрисовке структурных линий по контуру канавы в параметрах установите настройки, показанные на рисунке 67.

Все элементы	<input checked="" type="checkbox"/> Выбирать
Выбранные элементы	Все элементы - 1
Объект под курсором	
Элемент под курсором	
Структурная линия	
Хранится в слое	Рельеф
Длина, м	152,22
Параметры подробнее	<input checked="" type="checkbox"/> Показывать
Направление	<input type="checkbox"/> Не изменять
Первый профиль	
Метод определения	Линейная интерполяция
Слой с данными	Рельеф
Корректные структурные линии	<input type="checkbox"/> Не учитывать
Некорректные структурные линии	<input type="checkbox"/> Не учитывать
Основные точки	<input type="checkbox"/> Не учитывать
Поверхность	<input checked="" type="checkbox"/> Учитывать
Второй профиль	
Вертикальная плоскость	Нет
Поверхность	
Пересоздавать	<input checked="" type="checkbox"/> Да
Разбить группы треугольников	<input type="checkbox"/> Нет
Мак шаг аппроксимации СЛ, м	10,00

Рис. 67 – Параметры построения структурных линий по канаве

3. Создайте структурную линию по дну канавы, захватывая точки, как показано на рисунке 68.

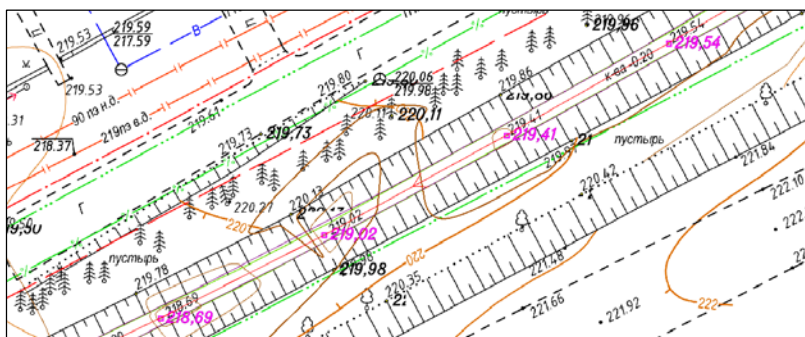


Рис. 68 – Создание структурной линии по дну канавы

4. При отрисовке структурных линий по дну канавы в параметрах установите настройки, показанные на рисунке 69.

5. Создайте группу треугольников по канаве (построение группы треугольников рассмотрено в построении откосов) и убедитесь, что стиль отображения поверхности: *Без отображения*, как показано на рисунке 70.

6. Завершающим этапом является построение разреза канавы, выполнив переход *Поверхность/разрез*. Разрез канавы представлен на рисунке 71, где четко видно дно и бровки канавы.

• Все элементы	<input checked="" type="checkbox"/> Выбирать
Выбранные элементы	Все элементы - 1
• Объект под курсором	
Элемент под курсором	
• Структурная линия	
Хранится в слое	Рельеф
Длина, м	147,25
Параметры подробнее	<input checked="" type="checkbox"/> Показывать
Направление	<input type="checkbox"/> Не изменять
- Первый профиль	
Метод определения	Линейная интерполяция
Слой с данными	Рельеф
Корректные структурные линии	<input type="checkbox"/> Не учитывать
Некорректные структурные линии	<input type="checkbox"/> Не учитывать
Основные точки	<input checked="" type="checkbox"/> Учитывать
Поверхность	<input type="checkbox"/> Не учитывать
- Второй профиль	
Вертикальная плоскость	Нет
- Поверхность	
Пересоздавать	<input checked="" type="checkbox"/> Да
Разбить группы треугольников	<input type="checkbox"/> Нет
Max шаг аппроксимации СЛ, м	10,00

Рис. 69 – Параметры построения структурных линий по дну канавы

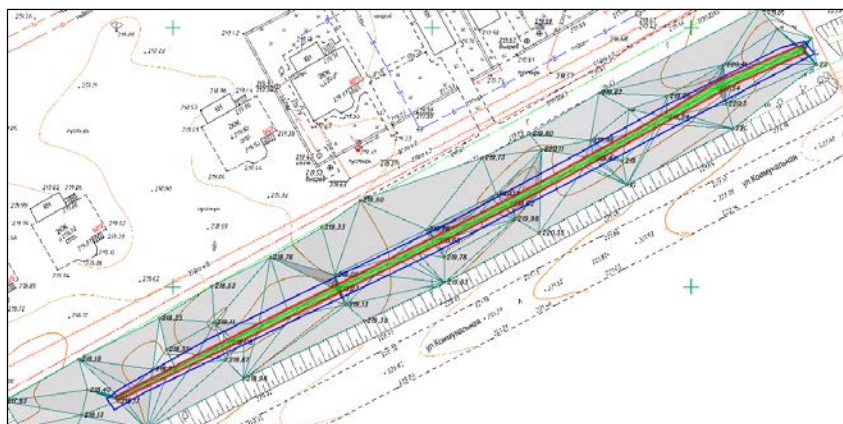



Рис. 70 – Группа треугольников по канаве




Рис. 71 – Канавы в разрезе

1.5 Создание цифровой модели ситуации

 *Цифровая модель ситуации (ЦМС) – это цифровое представление топографических объектов местности. Оно включает геометрическое описание объектов, их отображение условными знаками и набор семантических характеристик, состав которых задан в классификаторе.*


Наполняется и редактируется классификатор посредством специального приложения **Редактор Классификатора**.

 *Классификатор представляет собой иерархическую базу данных, содержащую информацию о типах топографических объектов, встречающихся при выполнении топографо-геодезических работ и инженерных изысканий.*

Данные классификатора можно пополнить и отредактировать в приложении **Редактор Классификатора**, для перехо-

да к которому необходимо перейти в *Установки/Редактор классификатора* (Рис. 72).

В системах CREDO III тематические объекты подразделяются на точечные (ТТО), площадные (ПТО) и линейные (ЛТО). Семантическая информация по ТТО, ПТО и ЛТО может отображаться в модели в виде подписи тематического объекта.

 Для быстрого поиска объекта классификатора в диалоге *Открыть Тематический объект* введите ключевые буквы/слово/фразу в поле *Имя* и нажмите *<Enter>*. В диалоге появится список найденных *ТО*.

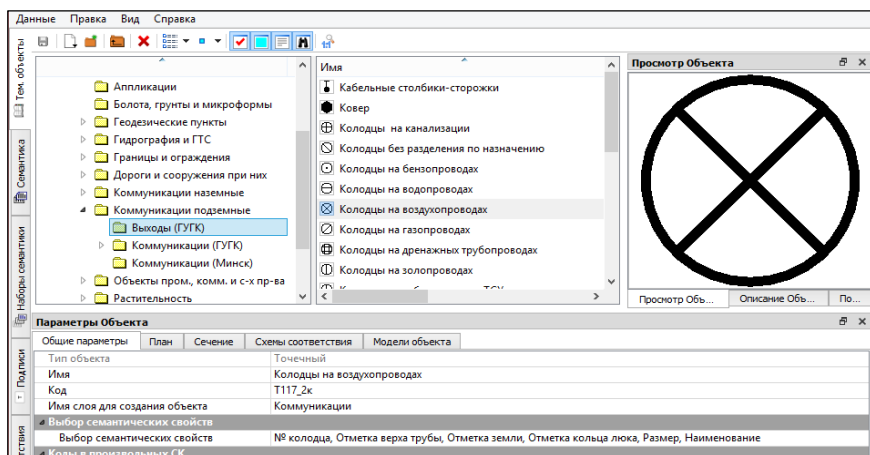


Рис. 72 – Окно *Редактор Классификатора*

Команды редактирования и удаления тематических объектов сгруппированы в меню *Построения*. Кроме этого, в меню *Построения* добавлены команды создания отдельных типов объектов: *Графическая маска*, *Линейный тематический объект*, *Регион*, *Площадной тематический объект*.

Упражнение 11. Создание и редактирование точечного объекта на основе растровой подложки

Создание точечного объекта выполнено на примере смотрового колодца на канализации.

1. Установить слой **Канализация Бытовая** активным.

2. Выберите команду *Построения/Точечный объект/По курсору*. Указать курсором точку в центре колодца на растре и, в открывшемся окне классификатора **Открыть тематический объект**, выбрать объект классификатора: *ТОПО-ПЛАН/Коммуникации подземные /Выходы (ГУГК)/ Колодцы на канализации*.

3. Для параметра *Слой хранения* не устанавливать флажок на пункт *Выбрать слой*. Это значит, что тематический объект будет сохранен в слое, заданном в *Редакторе Классификатора*. Если такого слоя в активном проекте нет, то он будет создан автоматически. Если в *Редакторе Классификатора* для тематического объекта слой хранения не задан, то объект будет сохранен либо в активном слое, либо в последнем выбранном вручную слое.

Таким образом необходимо задать слой хранения из имеющихся в списке слоев. *Колодцы канализации* должны быть отражены в слое *Канализация Бытовая* (Рис. 73).

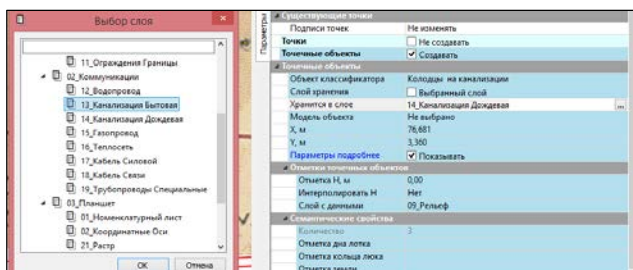


Рис. 73 – Выбор слоя хранения для Точечного объекта

4. При необходимости создания точки одновременно с точечным объектом требуется установить галочку в соответствующей вкладке. После данных манипуляций появится меню редактирования точки, в котором требуется установить соответствующие характеристики для данной точки (Рис. 74).

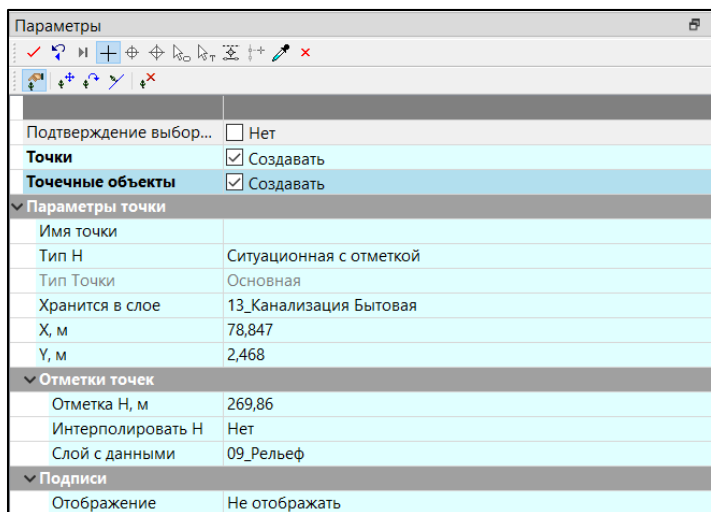


Рис. 74 – Меню **Параметров Точки**

Согласно данным растровой подложки, задаются семантические характеристики в диалоге *Семантические свойства* (Рис. 75).

Семантические свойства	
Количество	6
№ колодца	
Отметка дна лотка	265,63
Отметка кольца люка	269,89
Отметка земли	269,45
Размер	
Наименование	

Рис. 75 – Меню **Параметры Семантических свойств**

5. Построение завершается кнопкой *Применить построение.*

При создании точечных объектов может возникнуть ситуация, когда действующий стиль задания семантических свойств не соответствует с требуемыми. В данной ситуации следует прибегнуть к редактированию создаваемых семантических свойств объекта.

6. В *Редакторе классификатора* выберите интересующий тематический объект и в меню *Выбор семантических свойств* требуется кликнуть левой кнопкой мыши на выделенную область. Представленную на рисунке 76.

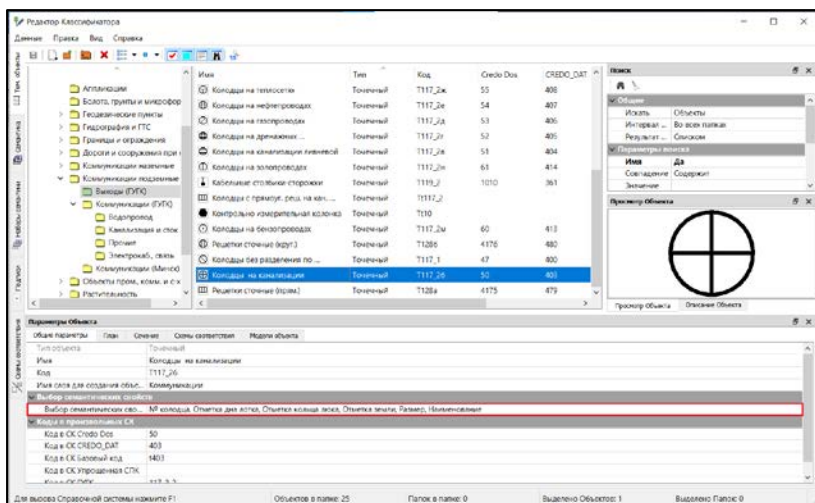


Рис. 76 – Окно Редактора Классификатора

После перехода в список свойств появляется возможность выбирать семантические свойства, как представлено на рисунке 77.

Если же требуется редактировать подписи объекта, то для этого требуется в окне Редактор Классификатора перейти во вкладку Подписи и выбрать изменяемую подпись, после чего появится меню изменения представления объекта (Рис. 78).



Рис. 77 – Окно *Список семантических свойств*

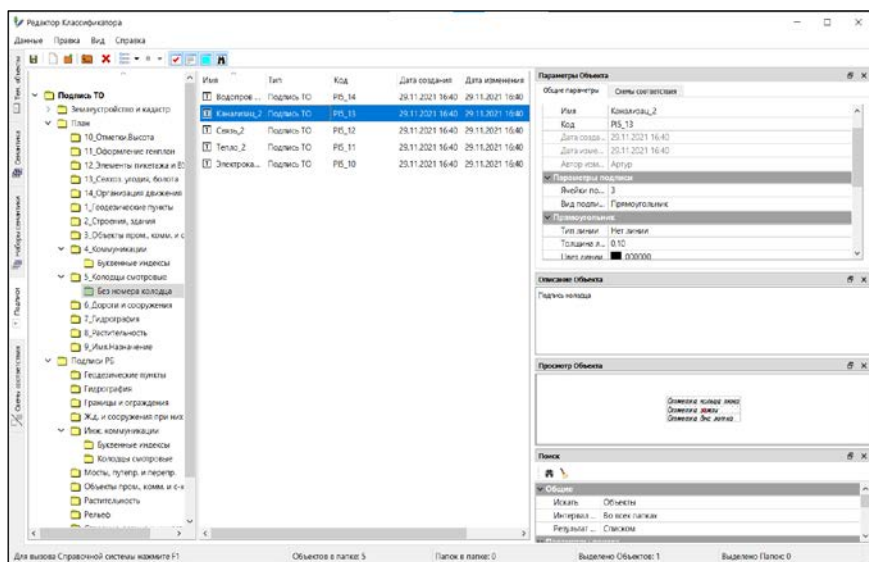


Рис. 78 – Вкладка *Подписи* окна *Редактор Классификатора*


В меню *Параметры объекта* можно настроить выноску, положение разделительной линии и т.д.

Местоположение подписи можно изменять также в команде меню *Построения/Подпись тематического объекта/Редактировать* и в команде *Редактирование объектов*, захватывая управляющие точки.

Редактирование точечного объекта

В системе **ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ** предусмотрена возможность создания нового условного знака для точечного объекта.

В основном окне **ЛИНЕЙНЫХ ИЗЫСКАНИЙ** требуется перейти по следующему пути: *Установки/Редактор Символов*, после чего откроется соответствующее окно.

В окне *Редактора символов* выбирается условный знак, который требуется редактировать, используя следующий путь *Символ/ Открыть символ*, либо *Создать символ*. В открывшемся окне выбирается необходимый символ, нажав на  **Открыть**, как представлено на рисунке 79.

Основные инструменты для редактирования объектов располагаются во вкладках *Установки, Прimitives, Построения*. (Рис. 80).

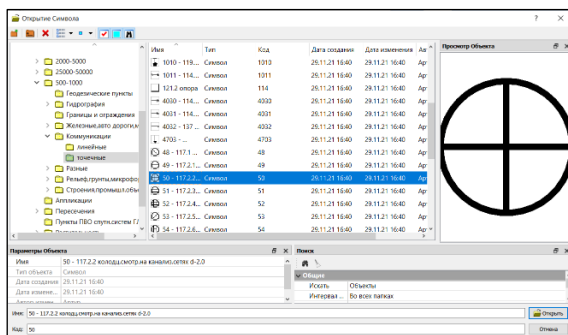


Рис. 79 – Окно *Открытие Символа*

Во вкладке *Установки* возможно изменять *Свойства объекта*, *Видимость полилиний*, устанавливать *Фоновый режим приложения* (Рис. 81).

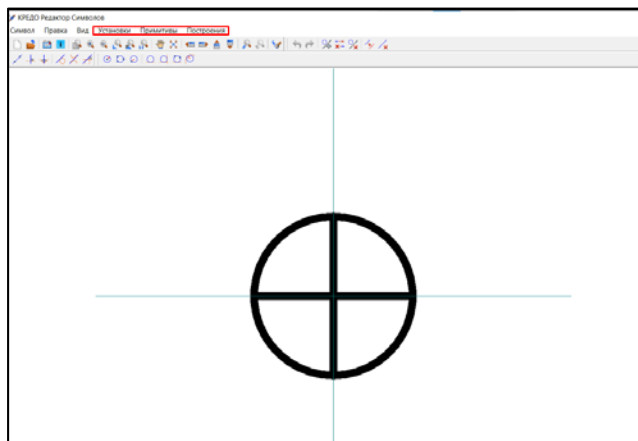


Рис. 80 – Окно *Редактор Символов*

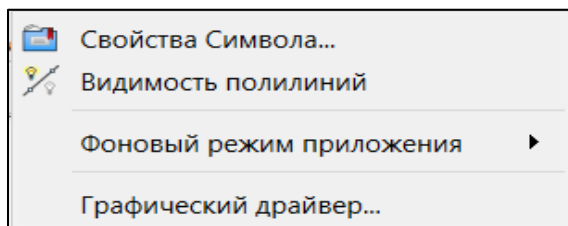


Рис. 81 – Вкладка *Установки*

При нажатии на *Свойства объекта* появляется окно, в котором можно настраивать параметры *вспомогательной сетки*, *виды точечных и линейных элементов*, цветовое представление элементов в участвующих в процессе редактирования,

точность представления, и параметры рабочей среды (Рис. 82).

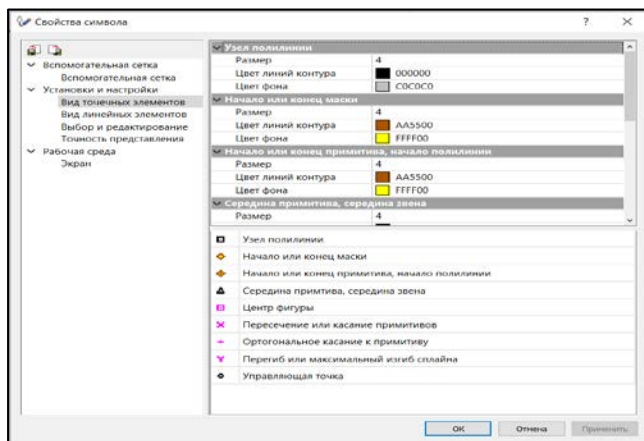


Рис. 82 – Окно *Свойства символа*

Во вкладке *Примитивы* находятся инструменты для их создания и редактирования. Примитивы создаются прямой или окружностью (Рис. 83).

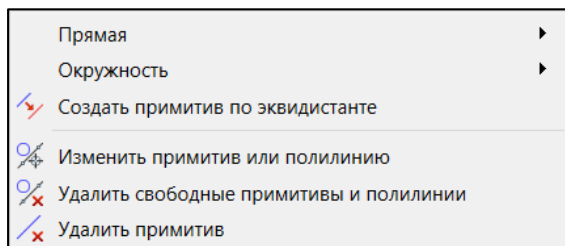


Рис. 83 – Вкладка *Примитивы*

В меню вкладки *Построения* находятся основные инструменты для построения объектов (Рис. 84).

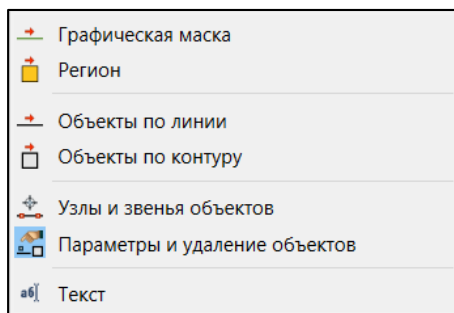







Рис. 84 – Меню вкладки *Построения*

Инструмент *Графическая маска*  позволяет создавать линии с цветовым решением. *Регион*  – создание объекта с возможностью изменения цветовых параметров линий, ограничивающий выбранную площадь, так и самой площади. Инструменты *Объекты по линии*  и *Объекты по контуру*  имеют такие же параметры создания объектов.

При выборе инструмента *Узлы и звенья объектов*  появляется возможность при помощи различных методов редактировать узлы и звенья объектов (Рис. 85).

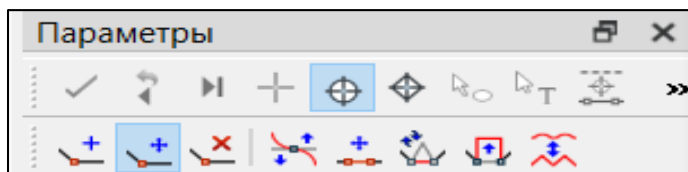









Рис. 85 – Параметры инструмента
Узлы и звенья объектов

Следующий инструмент – *Параметры и удаления объектов*  позволяет *разделить маску* , *стереть сегмент* , *объединить маску* , *переместить начало и конец маски*  и *удалить объект* .

Так же существует возможность создания текста, для этого требуется воспользоваться инструментом *Текст* . При использовании данного инструмента появляется диалоговое окно, в котором есть возможность настроить параметры текстового изображения (Рис. 86)

Пример созданного символа представлен на рисунке 87.

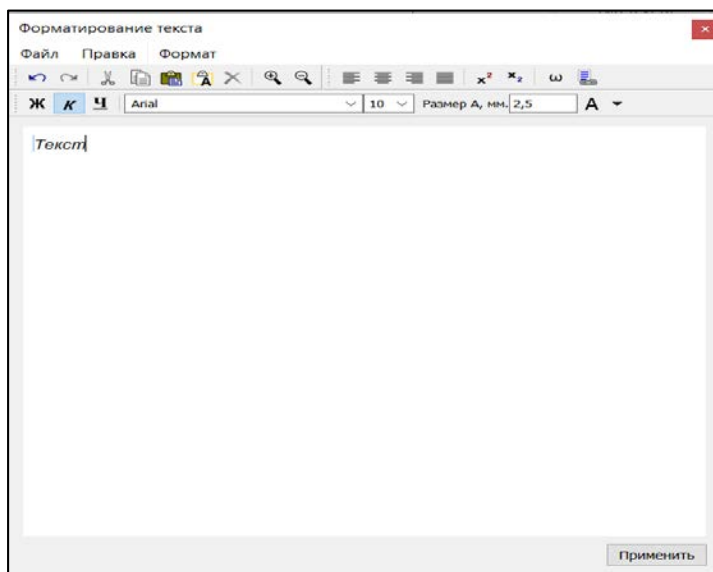


Рис. 86 – Окно *Форматирование текста*

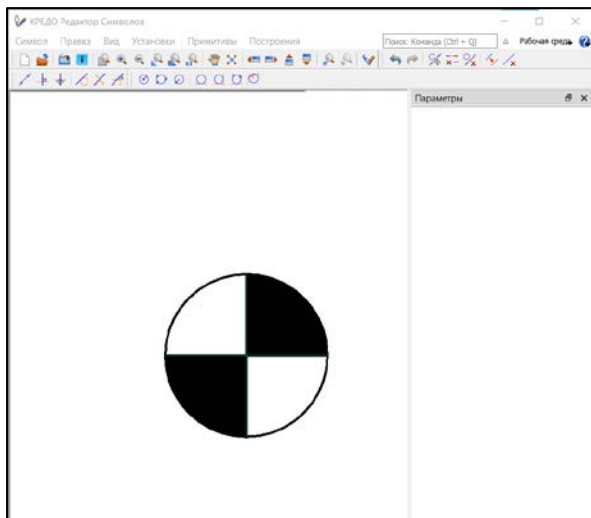


Рис. 87 – Пример созданного
Условного знака

Созданный/редактированный символ можно сохранить как новый, либо заменить уже существующий, для этого требуется перейти по пути *Символ/Сохранить символ как*, в открывшемся окне и выбрать его имя, и кодовое обозначение, если таковое требуется (Рис. 88).

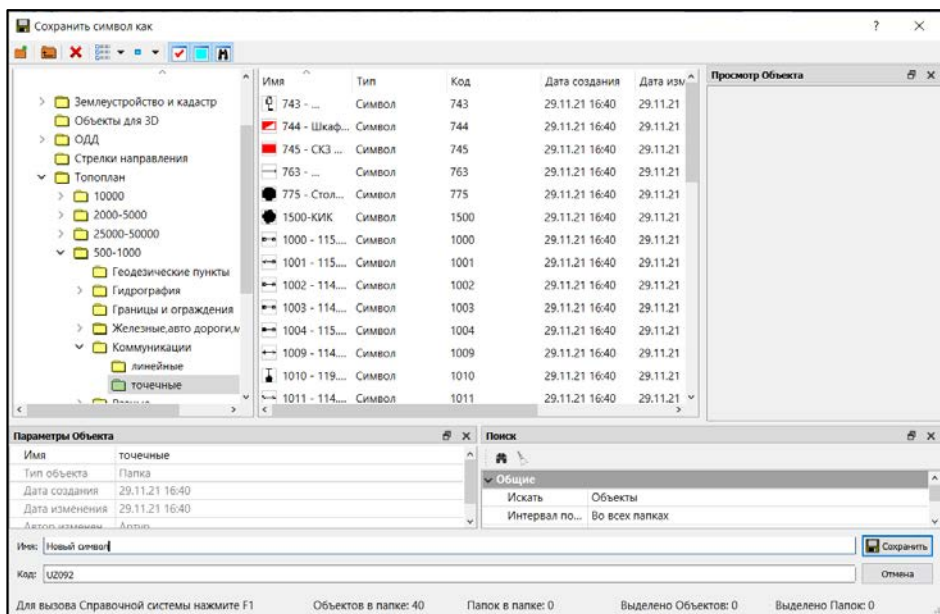


Рис. 88 – Окно *Сохранение символа*

При создании нового объекта, для его отображения в плане, требуется перейти в *Редактор классификатора/Данные/Создать объект*, выбрать тип создаваемого объекта, указать его параметры, и во вкладке *План* установить Масштаб, при котором он будет отображаться, и выбрать в *Параметры УЗ*, созданный ранее условный знак (Рис.89). Для того, чтобы изменения вступили в силу, программа перезапускается.

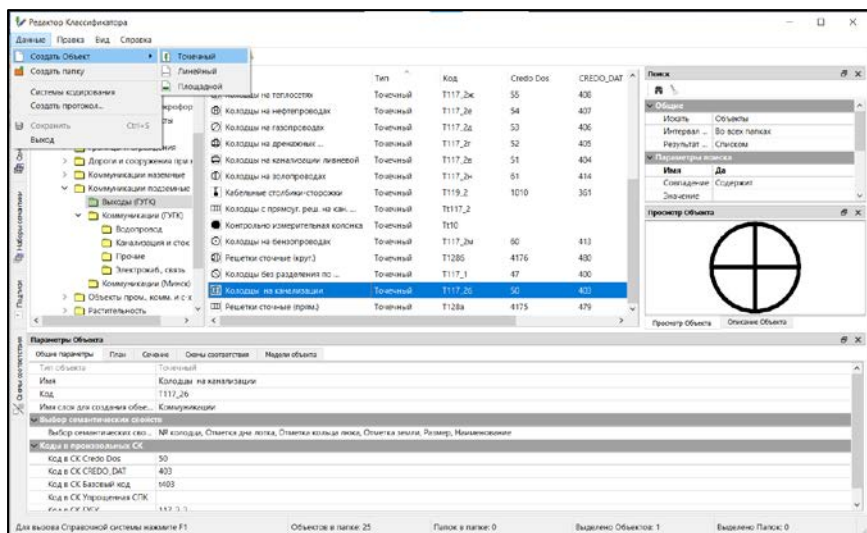


Рис. 89 – Процесс создания нового точечного объекта
в Редакторе Классификатора

При необходимости редактировании/создании новых подписей объекта требуется открыть Редактор Классификатора во вкладке Подписи и выбрать изменяемую, либо для создания новой воспользоваться соответствующей командой Данные/Создать объект. При выборе редактируемой подписи в правой части окна Редактора Классификатора производится задание параметров объекта (Рис. 90).

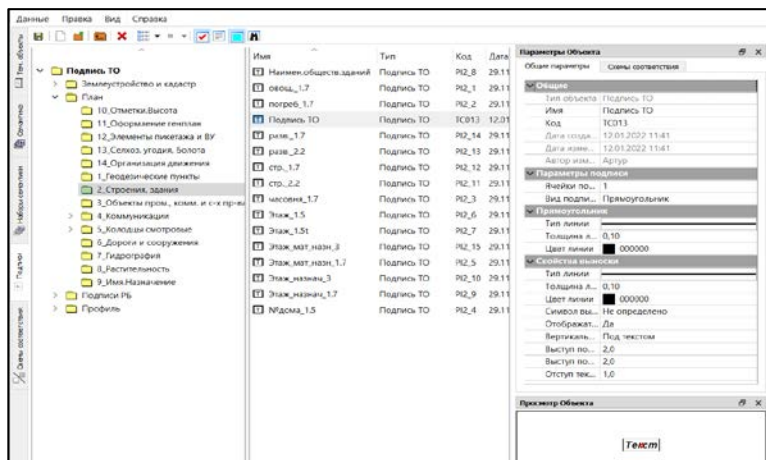


Рис. 90 – Процесс редактирования подписи объекта

Во вкладке *Параметры подписи* при нажатии левой кнопки мыши на строку *Ячейки* появляется окно редактора ячейки подписи (Рис. 91).

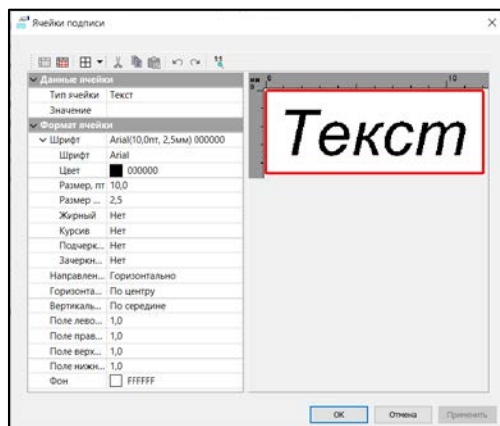












Рис. 91 – Окно редактора
Ячейки подписи

В данном окне редактируется создаваемая ячейка. Инструмент  позволяет объединять ячейки,  – *Разбитие ячеек*,  – *Создание границ ячейки*,  – *Вырезать*,  – *Копировать*,  – *Вставить*,  – *Отменить* и  – *Повторить*,  – *Реальный масштаб*. После произведенных настроек требуется кликнуть на *Применить/Ок*.

При необходимости создания/редактирования новых семантических свойств в окне Редактора Классификатора требуется перейти во вкладку *Семантика* и выбрать интересующую семантику. Для создания нового семантического объекта необходимо перейти во вкладку *Данные* и кликнуть на *Создать объект* , после чего приступить к заданию соответствующих параметров в окне параметров объекта (Рис. 92).

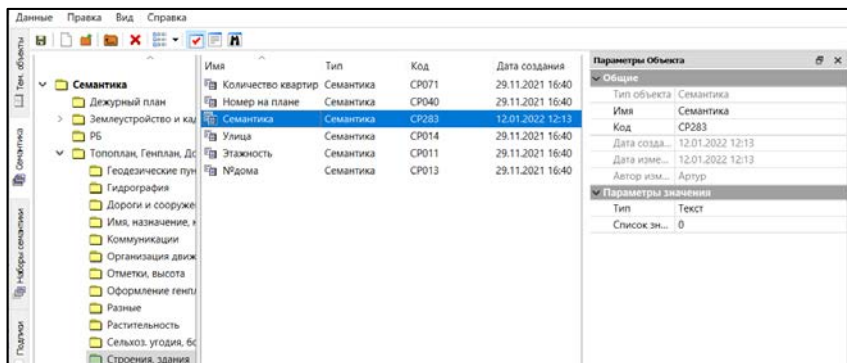



Рис. 92 – Процесс задания параметров вновь созданному семантическому объекту

После редактирования параметров созданного объекта требуется сохранить изменения в редакторе классификатора, кликну на *Сохранить* .

Крайняя настройка точечного объекта относится к его изображению на профиле, для этого в окне Редактора Классификатора требуется выбрать соответствующий точечный объект, и перейти во вкладку *Сечение* (Рис. 93).

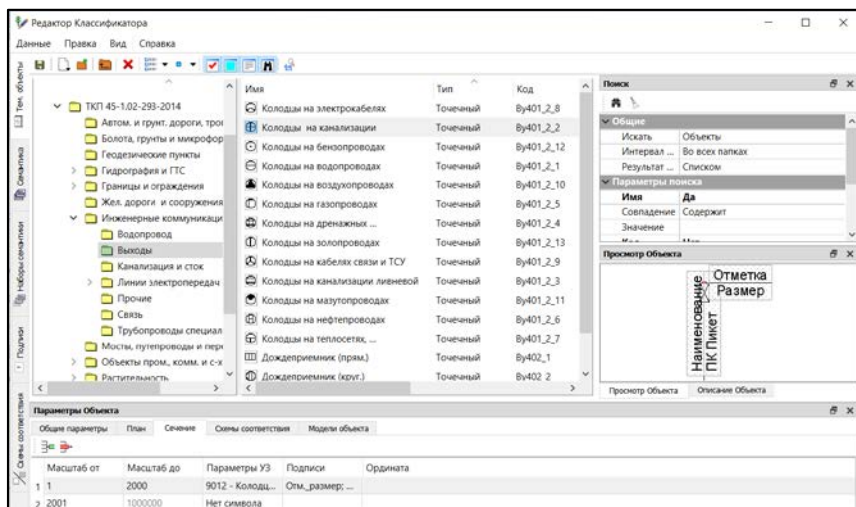












Рис. 93 – Настройка отображение точечного объекта при его сечении

Для обозначения точечного объекта при его сечении возможно, как выбрать необходимый условный знак из созданных ранее, кликнув на столбец *Параметры УЗ*, после чего в открывшемся окне выбрать необходимый условный знак, так и создать новый, по типу создания условного знака точечного объекта для отображения в плане.

Так же возможно настроить подписи объекта, кликнув на ячейку соответствующего столбца, после чего в появившемся окне выбрать необходимые.

Упражнение 12. Создание и редактирование линейного объекта на основе растровой подложки

Методы создания объекта по линии: позволяют создавать ломаную линию отрезками прямых с любыми углами излома ; отрезками с прямыми углами излома ; прямыми, касательными к 1-му элементу ; прямыми, аппроксимирующими точки ; дугами окружностей с общей касательной в узлах ; дугами окружностей по 3-м точкам с изломами в узлах ; дугами сплайнов с общей касательной в узлах ; сегментами существующих элементов ; эквидистантными сегментами от существующих линий ; отрезками прямых в таблице .

Создание линейного тематического объекта на примере создания линии канализации осуществляется в следующей последовательности:

1. Установите слой **Канализация Бытовая** активным.
2. Активизируйте команду *Построения/Объекты по линии* и создайте линию коммуникации, согласно ее положения на растровой подложке, захватывая все созданные канализационные колодцы.
3. В открывшемся окне **Открыть тематический объект** выберите объект классификатора: *ТОПОПЛАН/Коммуникации подземные (Минск)/Канализация фекальная* (Рис.94).

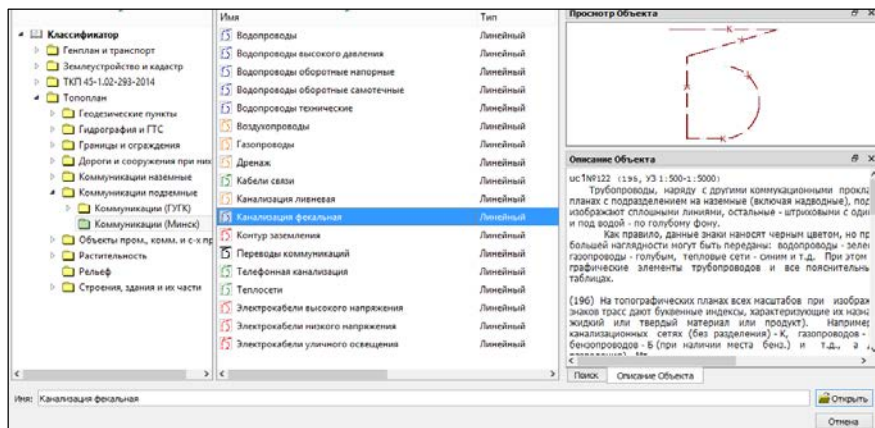


Рис. 94 – Задание условного знака линейному объекту в окне классификатора

4. В окне **Параметры** задайте линейному объекту необходимые параметры и семантические свойства, после чего они должны отобразиться на коммуникации в виде подписи, как показано на рисунке 95.

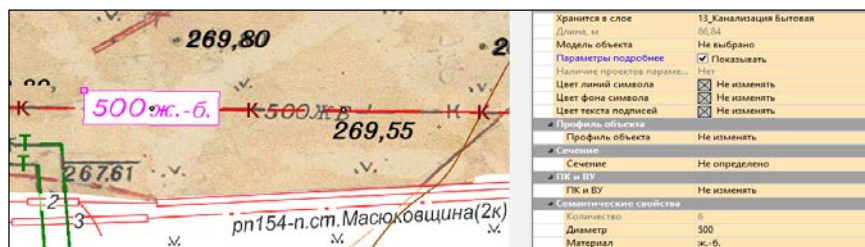


Рисунок 95 – Отображение семантических свойств объекта

5. Завершите построение кнопкой **Применить построение**.

Вполне возможно, что при вводе семантических свойств подпись семантики объекта не отобразится, как показано на рисунке 96.

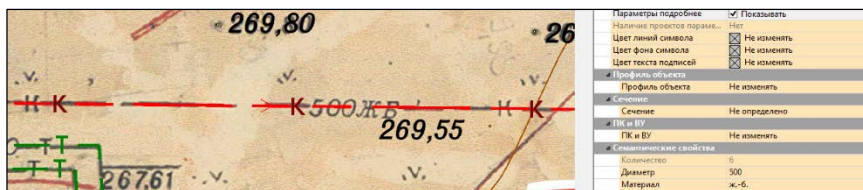


Рис. 96 – Отсутствие подписи семантики линейного объекта

Тогда необходимо выполнить некоторые настройки в Редакторе классификатора, чтобы подпись отобразилась:

1. Перейдите в Установки/Редактор Классификатора.

2. Выберите коммуникацию с папки, с которой она была взята при построении объекта по линии. На основании примера перейдите в *ТОПОПЛАН/ Коммуникации подземные/Коммуникации (Минск)/Канализация фекальная*.

3. Затем перейдите во вкладку Тематические объект/Параметры объекта/План и увидите, что подписи у коммуникации отсутствуют (Рис.97).

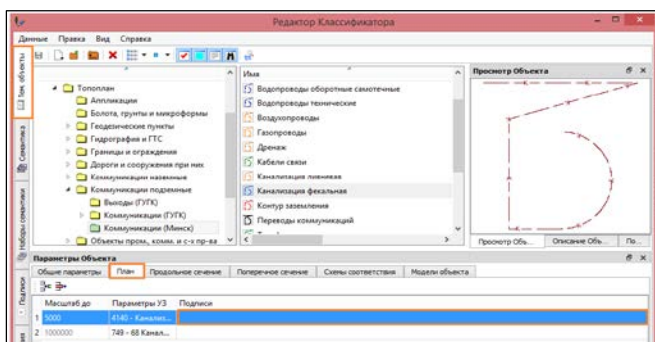


Рис. 97 – Окно Редактора классификатора **План**

4. Кликните левой кнопкой мыши на пустую ячейку с подписью, выделенную на рисунке 97 и выполните путь *Подписи РБ/Инж.коммуникации/Материал Диаметр_2*. Используя стрелочку перебросьте выбранную подпись к коммуникации, согласно рисунку 98.

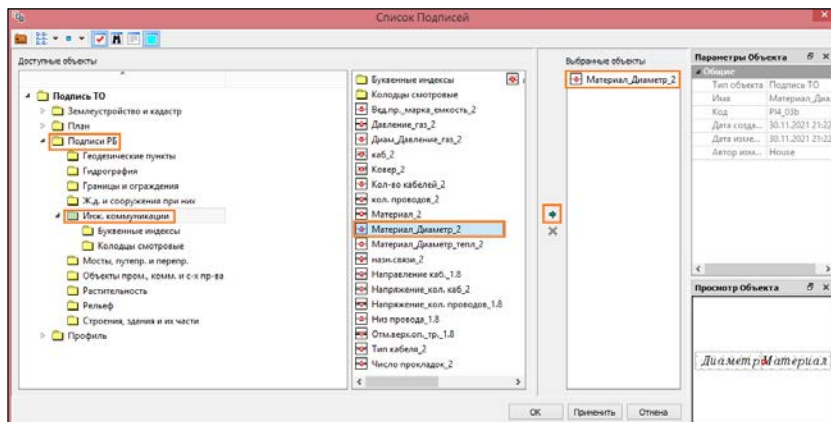



Рис. 98 – Окно *Список Подписей*

5. Завершите построение кнопкой *Применить построение*.

6. Завершающим этапом является сохранение изменений в Редакторе Классификатора, кликнув на .

Для того, чтобы изменения были отображены в проекте, необходимо перезагрузить программу.

По аналогии выполните создание всех коммуникаций.

Рассмотрим построение *полосы леса* с отображением таких семантических свойств, как высота деревьев и тип растительности.

1. Создайте как и в предыдущем примере **Объекты по линии** и в появившемся окне выберите **Полосы др.в. насажд.** $W=2-10\text{м.м.}$, H до 4м.

2. Введите семантические свойства, характерные для выбранной полосы леса по примеру рисунка 99.

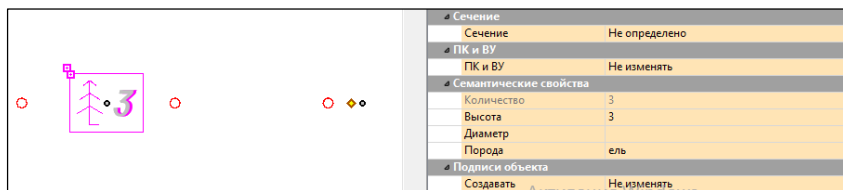


Рис. 99 – Придание семантических свойств линейному объекту

3. Завершите построение кнопкой **Применить построение.**

В результате построения полоса леса должна иметь вид, представленный на рисунке 100.

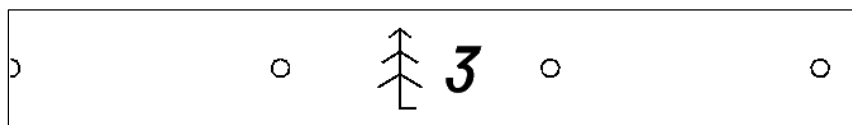


Рис. 100 – Созданный объект: полоса леса

Редактирование линейного объекта

Редактирование существующего или создание нового линейного объекта выполняется в *Редакторе символов*, внешний вид которого представлен на рисунке 101, основные инструменты которого были описаны в пункте **Редактирование точечного объекта.**

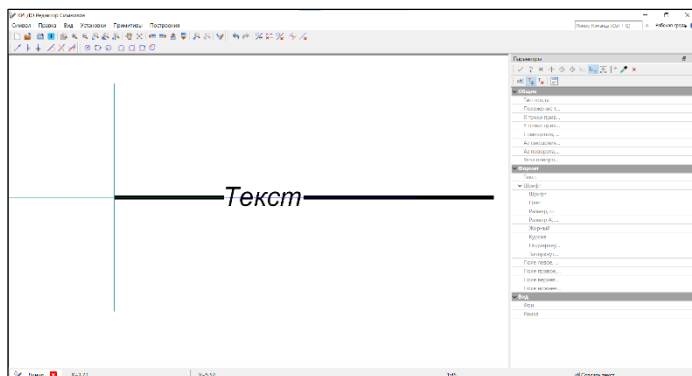


Рис. 101 – Окно *Редактор символов*

При редактировании линейного объекта инструменты работы остаются те же, меняется только процесс создания объекта в *Редакторе классификатора*. В нем, при создании, требуется указать линейный тип объекта и произвести соответствующие настройки отображения объекта. Пример созданного линейного объекта на плане приведен на рисунке 102.

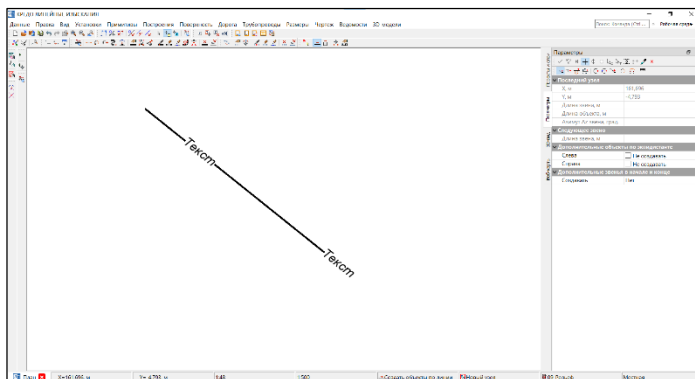


Рис. 102 – Созданный линейный объект в Редакторе Символов

Так же при создании линейного объекта в окне *Редактора классификатора* во вкладках *Продольное сечение* и *Поперечное сечение* есть возможность установить отображение условного знака при создании профиля поперечного либо продольного сечения, и выбрать соответствующие *Подписи* (Рис.103).

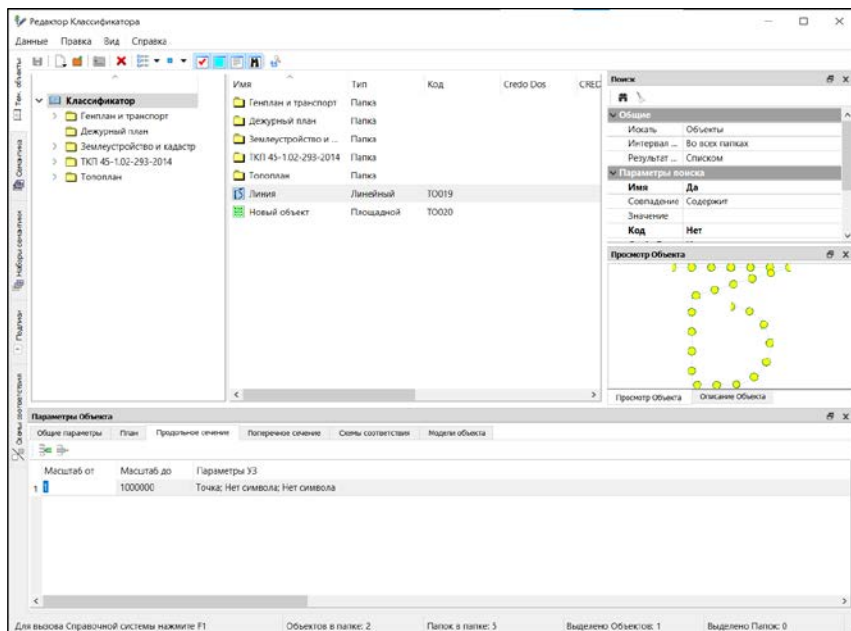



Рисунок 103 – Установка отображения условного знака

Упражнение 13. Создание и редактирование площадного объекта на основе растровой подложки

Рассмотрим построение площадного объекта на примере здания.

1. Используя инструмент *Построение объектов по контуру с созданием элементов* , который находится во вкладке *Поверхность*, обводится контур здания.

2. После замыкания контура задаются необходимые свойства площадному объекту. На рассматриваемом примере площадной объект имеет границы в виде линейного условного знака «Контур здания», который требуется указать в окне выбора обозначения линейного объекта, после выбора соответствующего условного знака требуется нажать на кнопку *Открыть* (Рис. 104).

В параметрах линейного объекта производятся необходимые настройки.

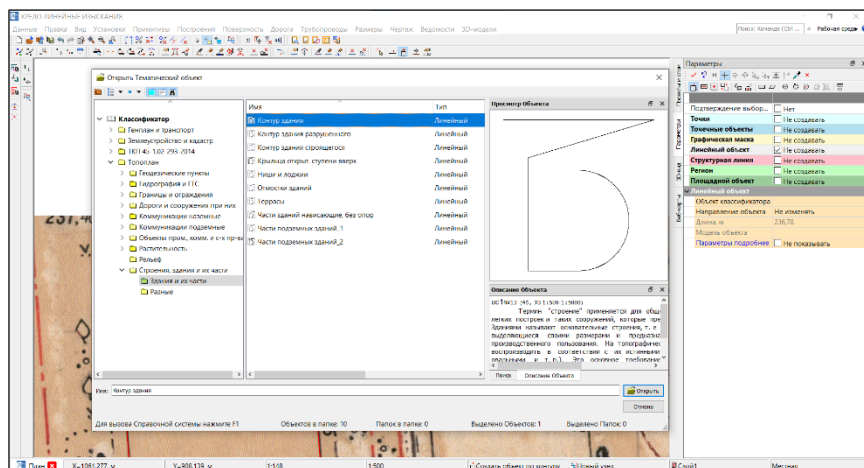



Рис. 104 – Создание контура площадного объекта

3. Создается непосредственно сам *Площадной объект-Здание*, для этого требуется согласиться с построением в строке *Площадной объект*, в окне **Параметры** создаваемого объекта. Выбирается соответствующий условный знак из объекта клас-

сификатора. В данном случае это – *Здание жилое огнестойкое* (Рис. 105).

 *Уделяйте внимание тому, куда сохраняются объекты при оцифровке. Каждый объект принадлежит своему слою.*

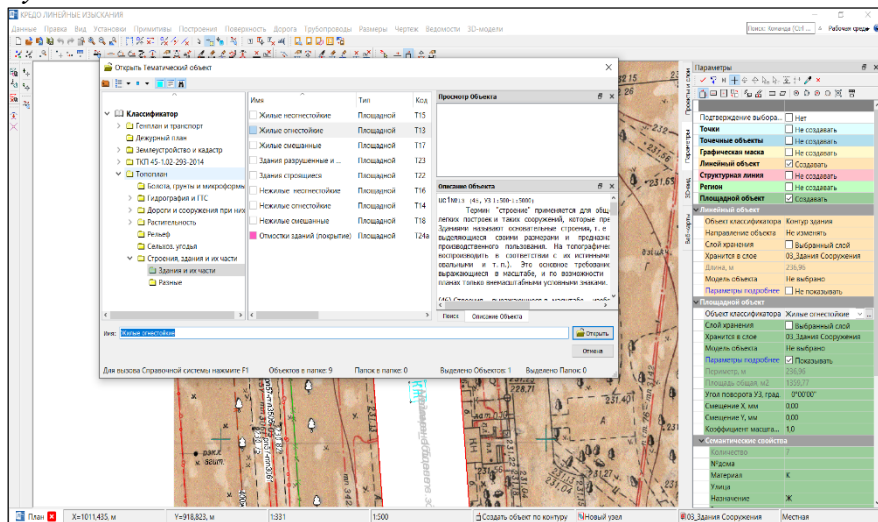


Рис. 105 – Создание площадного объекта

4. Вводятся семантические свойства объекта, которые отражены на растре в соответствующие строки панели *Семантические свойства*. В рассматриваемом примере здание имеет следующие семантические свойства, которые должны быть отражены: жилое, огнестойкое, кирпичное, с девятью этажами.

Настройку семантических свойств можно произвести по аналогии с настройкой при создании точечного объекта.

5. После настройки необходимых параметров изменения принимаются, процесс создания площадного объекта закончен.

По типу созданного площадного объекта создаются и остальные части зданий и сооружений, в данном случае это –

отмостки, которые создаются путем обведения границ отмостки на растре с созданием линейного и площадного объекта, строящиеся элементы зданий и сооружений, террасы и балконы.

Если создаваемые подписи не включают нужные строки, либо расположение их не совпадает с требуемым, их настройку производят в *Редакторе классификатора* во вкладке *Подписи*, аналогично для семантики в одноименной вкладке. Созданные изменения необходимо добавить в характеристики создаваемых объектов, во вкладке *Тематические объекты Редактора классификатора*. Пример созданного здания приведен на рисунке 106.

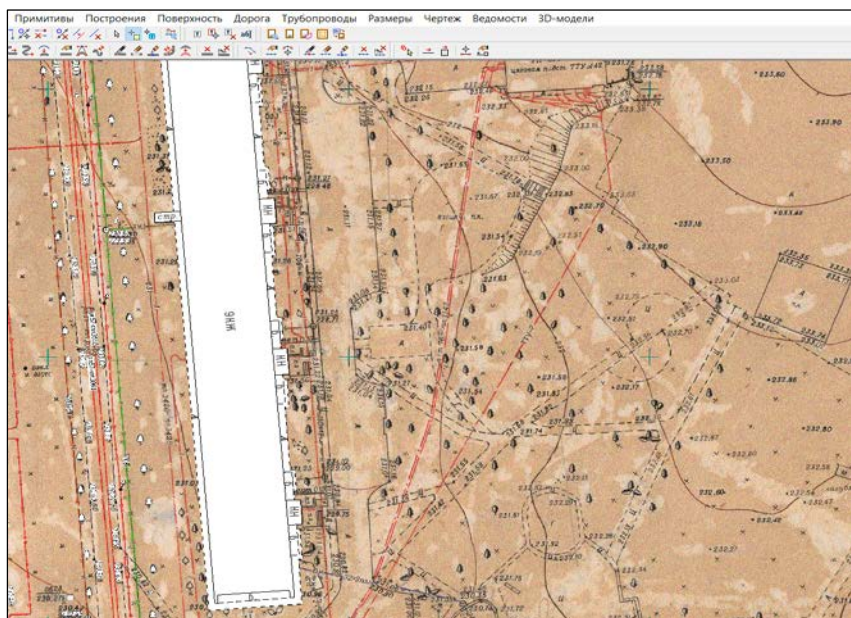


Рис. 106 – Созданный площадный объект

Редактирование площадного объекта

Создание нового и редактирование существующего площадного объекта происходит при помощи *Редактора символов*, в котором создаются новые условные знаки, как и для границ площадного объекта, так и для изображения точечных или линейных объектов внутри охватываемого контура.

Основные инструменты для создания новых условных знаков описаны в пунктах редактирование точечного объекта и редактирование линейного объекта.

Создание нового площадного объекта происходит в окне *Редактора классификатора/Данные/Создать объект/Площадной* (Рис. 107).

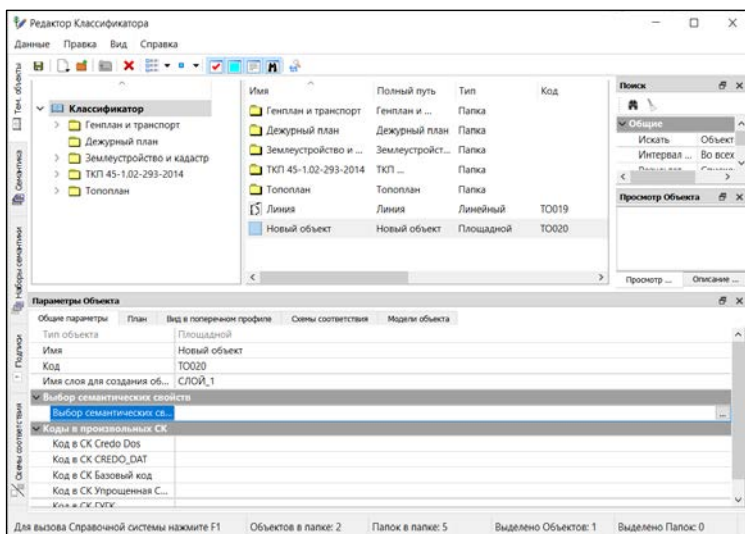


Рис. 107 – Создание нового площадного объекта

При создании требуется указать *имя*, *код* и *слой*, в котором будет храниться создаваемый объект и его семантические свойства.

Во вкладке *План* производится настройка *подписей*, *типа условного знака*, и *масштаба*, в котором будет изображаться создаваемый объект.

При выборе отображаемого условного знака требуется указать параметры заполнения в соответствующем окне (Рис. 108).

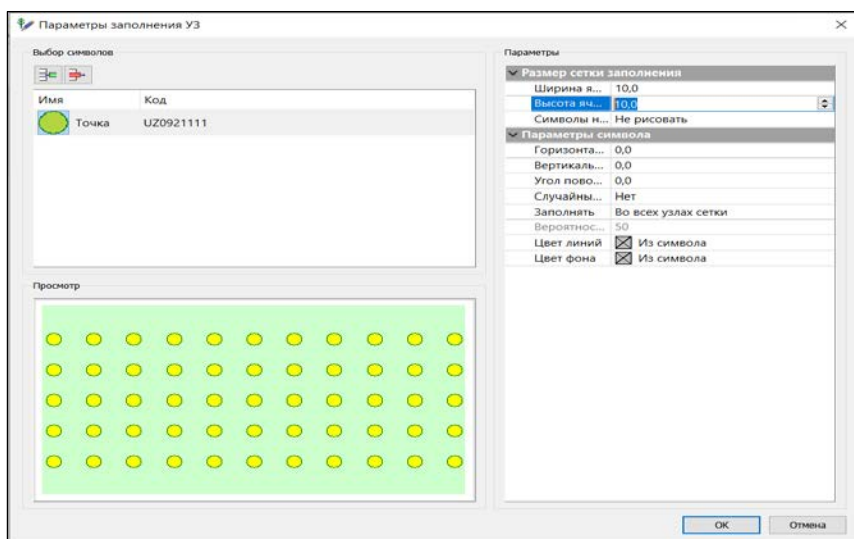


Рис. 108 – Параметры заполнения условного знака

Так же есть возможность выбора штриховки, если она необходима. Для этого в окне площадного объекта (Рис. 109) требуется выбрать стиль: Штриховка.

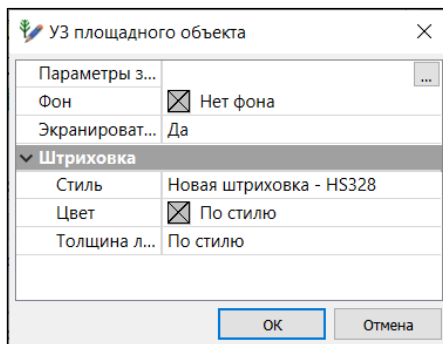


Рис. 109 – Назначение стиля площадному объекту

Если штриховки, которые предлагает программа, не соответствует тому, что вам необходимо, то **ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ** дают возможность создания собственной штриховки (Рис. 110).

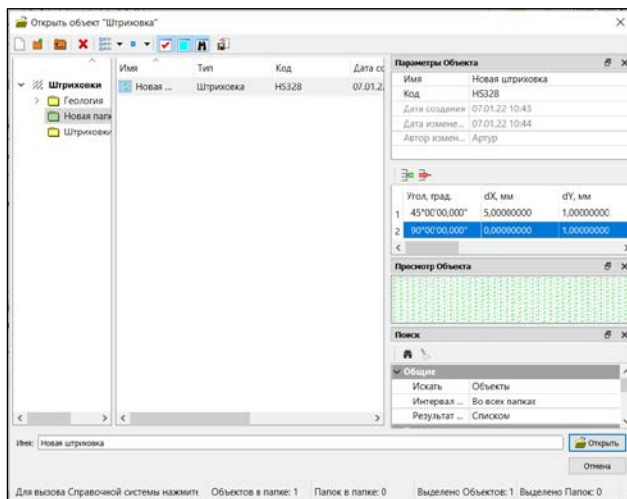


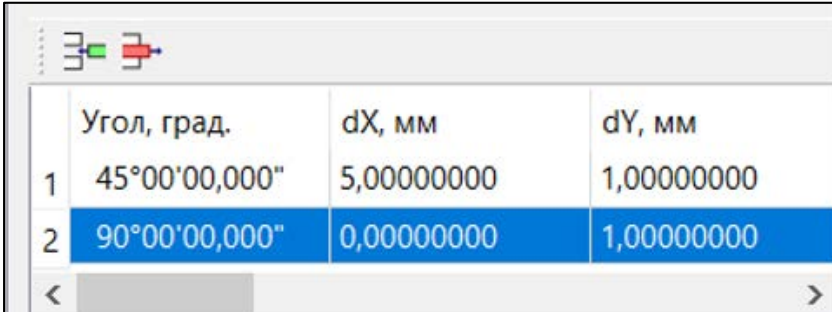


Рис. 110 – Создание нового стиля штриховки

При создании новой штриховки создайте *Новый объект* , после чего производится настройку изображения штриховки в правой части окна. С помощью  добавьте новую строку. После этого можно настраивать угол наклона, смещение по осям и т.д. в соответствующих столбцах окна настроек параметров объекта (Рис. 111).



	Угол, град.	dX, мм	dY, мм
1	45°00'00,000"	5,00000000	1,00000000
2	90°00'00,000"	0,00000000	1,00000000

Рис. 111 – Окно настроек параметров создаваемой штриховки

Созданный площадной объект требуется сохранить в редакторе классификатора, после чего его можно использовать при построении в плане.

Пример созданного площадного объекта приведен на рисунке 112.

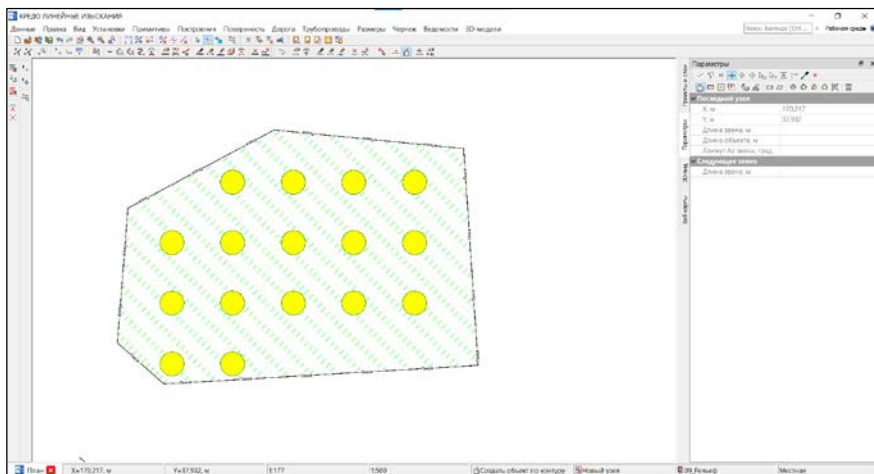


Рис. 112 – Созданный площадной объект

6. Создание чертежа плана


1. Откройте набор проектов, сохраненный вами (*Данные/Открыть Набор Проектов*).

2. Отключите видимость имен точек и включите видимость отметок (*Установки/Активный проект/Настройка подписей точек*) и отредактируйте их местоположение. При необходимости отключите видимость лишних отметок, чтобы план был более читаемым (*Построения/Редактировать точку и подпись*) [8].


3. Выберите семантические свойства для оформления штампа чертежа (*Установки/Свойства набора проектов*).


– В диалоге *Свойства набора проектов* в разделе *Карточка Набора Проектов* выбирается масштаб съемки, система координат и высот.

– В разделе *Семантические свойства и примечания* в строке *Список выбранных свойств* по кнопке откройте диалог *Список Свойств* и выберите необходимые свойства из

общего списка, например, название и шифр проекта, организация, инженер, стадия и т.д., используя кнопку .


– После применения выбора (кнопка ОК) в группе параметров Значения свойств появится список выбранных свойств. В текстовых полях введите необходимые значения.

4. Создайте чертеж без предварительного выбора шаблонов, т.е. без штампов и рамок. Для этого выберите команду *Чертеж/Создать чертеж в контуре* . Прямоугольным контуром в рабочем окне выберите весь участок ЦММ, который и будет передан на чертеж. *Примените* построение. В итоге создается чертеж и выполняется переход в окно **Чертежная модель**.

5. Добавьте шаблон чертежа с помощью команды (*Правка/Добавить шаблон чертежа*). В открывшемся диалоге **Открыть объект «Шаблон чертежа»** выберите шаблон – *Шаблон ЧЕРТЕЖ ПЛАНА*. В окне **Параметры** установите **Формат листа** – *A3 293x420*, **Ориентацию листа** - *Альбомная*. Переместите шаблон так, чтобы в него входил чертеж плана, используя команду на локальной панели инструментов *Переместить шаблоны* , и примените построение. При этом произойдет переход в **Чертежную модель**.

6. В чертежной модели отредактируйте чертеж с помощью команд меню *Построения*.

7. Подпишите кресты координатной сетки. Для этого выберите команду *Текст/Подпись координатной сетки* и укажите необходимые пересечения линий координатной сетки.

Для вывода подготовленного чертежа на печать необходимо выбрать команду *Данные/Выпустить чертеж* или нажав кнопку  на панели инструментов. В рабочем окне создастся сетка в соответствии с настройками принтера. В окне параметров в строке **Размер сетки** установите *По размеру печатаемой области*.





2. Технология создания продольного профиля линейно-тематического объекта в CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ

2.1 Интерфейс окна профиль в ПК Линейные изыскания


В системе CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ реализована возможность создания продольных профилей трассы и линейных тематических объектов (ЛТО).

Работа с продольными и поперечными профилями, выпуск ведомости по отметкам профиля и чертежей выполняется в окне **Профиль**.

Окно **Профиль** состоит из тех же элементов, что и окно **План**. Основное отличие данного окна – специфическая организация графической области. При помощи горизонтальных разделителей она поделена на несколько окон: **Поперечный профиль**, **Продольный профиль**, **Разрез по глубине**, **Развернутый план** и **Сетки**. В каждом из окон отображаются данные определенных проектов, используется своя система координат.

Каждое окно имеет собственную панель заголовка, на ней размещаются кнопки управления окном: . С их помощью можно свернуть () окно до размера панели заголовка, развернуть его () и переместить вниз или вверх ().

Размеры открытых окон изменяются с помощью горизонтальных разделителей. При наведении на них курсора он

приобретает вид , после чего разделитель можно двигать. Уменьшить окно можно только до его минимального размера, затем оно просто перемещается, а уменьшается следующее за ним окно.

Окно **Профиль** состоит из тех же элементов, что и окно **План** (Рис. 113).

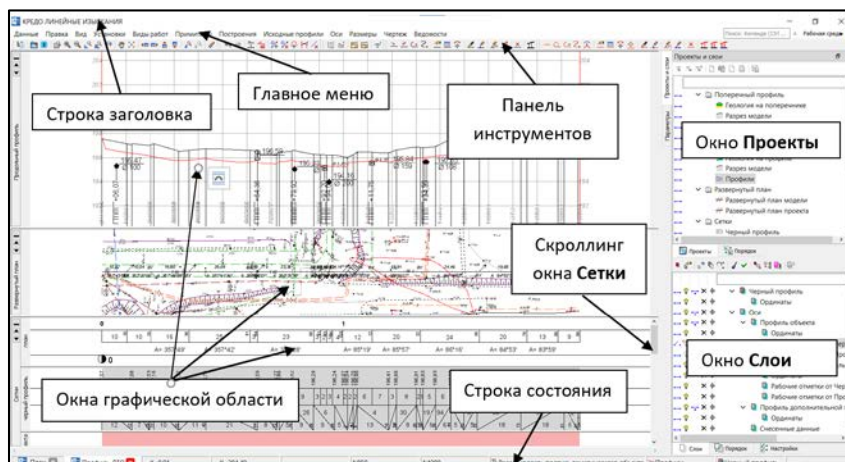


Рис. 113 – Окно **Профиль**

Каждая сетка в графическом окне соответствует своему проекту узла Сетки, а каждая графа – своему слою.

Изменить порядок отображения сеток можно при помощи команд контекстного меню (Рис 114), которое вызывается щелчком правой клавиши мыши на названии проекта. Управление отображением слоев осуществляется посредством отключения/включения видимости слоев, из которых состоят проекты.

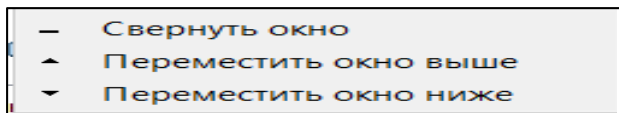


Рис. 114 – Контекстное меню для изменения порядка отображения сеток

Управлять графами сеток и, в некоторой части, сетками можно при помощи контекстного меню, которое вызывается для каждой графы сетки щелчком правой клавиши мыши (курсор должен находиться в поле выбранной графы) [4].

2.2 Наборы проектов окна профиль в ПК Линейные изыскания

Работа с профилями доступна для следующих типов линейных объектов, создаваемых и хранящихся в проектах План: СЛ, ЛТО, трасса АД. Задачи, решаемые в профиле для каждого типа, существенно отличаются, и поэтому различные типы линейных объектов имеют индивидуальный набор проектов (НП) в профиле. Этот набор формируется автоматически при переходе в окно профиля и состоит из фиксированного перечня проектов – типы и количество проектов не могут быть изменены пользователем (Рис. 115).

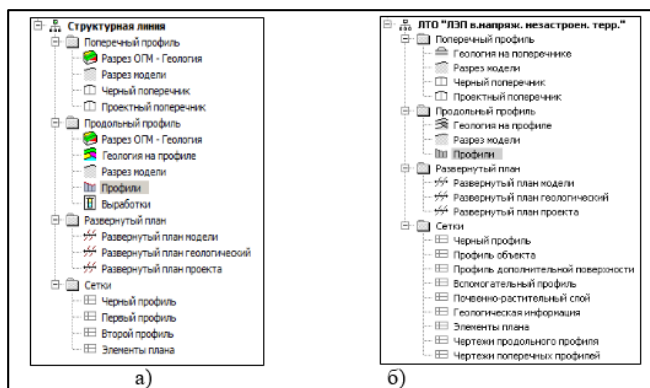


Рис. 115 – Наборы проектов: а) СЛ; б) ЛТО;

Дерево проектов представляет собой иерархическую структуру. На первых уровнях расположены узлы, чьи названия совпадают с названиями окон. В подчиненных им узлах (второй уровень) расположены проекты, данные которых отображаются в соответствующих окнах.

Создание и редактирование каких-либо данных возможно только для активного проекта. При изменении активности проекта меняются меню и панели инструментов в соответствии с функциональными возможностями активного проекта.

Во всех проектах присутствуют фиксированные слои для хранения элементов определенных типов. В проекте **Профиль** можно создавать произвольные слои, а также различные элементы (элементы меню **Построения** и **Размеры**) и сохранять их как в фиксированных, так и в произвольных слоях.

Набор проектов профиля имеет свойства, которые задаются в диалоге **Свойства Набора Проектов** (открывается одноименной командой в меню **Установки**). Здесь можно задать вариант оформления геологии, единицы измерения и точность

представления данных, вертикальный и горизонтальный масштабы генерализации отдельно для продольного и поперечного профилей, настройки графической сетки для окна продольного профиля, ширину поперечника, геометрию элементов для соединения разрывов в черном поперечнике (прямыми или сплайнами) [3].

2.2.1 Функциональность и особенности набора проектов окна профиль

Познакомимся с возможностями работы в окне профиля для каждого типа линейных объектов.

Для набора проектов СЛ основными функциями являются создание и редактирование первого и второго профилей СЛ.

Для анализа этих профилей возможно создание ординат и рабочих отметок в окне продольного профиля, а также абсолютных и рабочих отметок, вертикальных кривых в сетках. Функции создания и редактирования черного профиля СЛ необходимы для последующего создания рабочих отметок первого и второго профиля от черного профиля.

Основными функциями в наборе проектов ЛТО являются создание и редактирование профиля объекта.

Для анализа профиля объекта и последующего формирования чертежа продольного профиля можно получить черный профиль, профиль дополнительной поверхности, вспомогательный профиль, рабочие отметки и ординаты в окне продольного профиля, абсолютные и рабочие отметки, параметры вертикальных кривых и прямых в сетках, развернутый план. Предусмотрено создание ведомости отметок профиля.

Также для анализа профилей предназначены функции получения информации, измерения, создания размеров.

Можно просмотреть и вычертить поперечники.

Функциями для набора проектов трасса АД являются создание и редактирование черного профиля, профиля дополнительной поверхности, линии быта, рабочих отметок и ординат в окне продольного профиля, абсолютных и рабочих отметок, вертикальных кривых и прямых в сетках, развернутого плана.

В общем случае перечисленные элементы необходимы для создания чертежей продольного и поперечного профилей, ведомости отметок профиля.

Для анализа профилей предназначены функции получения информации, измерения.

Для успешной работы в системе необходимо ознакомиться с основными особенностями набора проектов профилей для различных линейных объектов.

Набор проектов профиля СЛ относится к не сохраняемым наборам проектов. Это значит, что он создается заново всякий раз при переходе в окно профиля. Первый и второй профили СЛ сохраняются за маской СЛ в плане. Остальные данные (ординаты и рабочие отметки в окне продольного профиля, сетки и т.д.) не сохраняются и предназначены только для информации и оценки проектного решения [3].

Напомним, что высотное положение СЛ определяется в плане одновременно с ее созданием. Пользователь может выбрать метод определения первого профиля и задать построение второго профиля. При редактировании СЛ в плане можно изменить настройки создания профилей. Для более гибкого редактирования профилей или для их создания различными интерактивными методами предназначена работа в окне **Профиль**.

При переходе в окно **Профиль** автоматически создаются первый и второй профили (при его наличии у СЛ) по данным плана.

Для того чтобы изменения, проведенные в окне профиля, передались в план, предназначена команда **Применить профиль к маске СЛ** в меню **Данные**.

При закрытии окна профиля, если профили изменены, а команда **Применить профиль к маске** не использовалась, появляется запрос на сохранение изменений. При ответе **Да** происходит передача изменений профилей в план по аналогии с командой **Применить профиль к маске СЛ**.

Набор проектов профиля ЛТО является сохраняемым. У ЛТО, как и у СЛ, профиль может быть создан в плане. Он сохраняется за маской линейного объекта в плане как полилиния. При переходе в окно профиля из этой полилинии создается продольный профиль ЛТО в виде функциональной маски (ФМ), которая называется **Профиль объекта**.

Для создания или редактирования продольного профиля ЛТО в окне профиля предназначены стандартные команды, сгруппированные в меню **Оси/Профиль объекта** и **Оси/Редактировать Профиль объекта**.

Для того чтобы геометрия *ФМ Профиль объекта*, которая была создана или отредактирована в окне профиля, передавалась в план, предназначена команда **Применить профиль к маске ЛТО** в меню **Данные**.

Для сохранения *всех построений и настроек*, выполненных в окне профиля, служит команда **Данные/Сохранить все в черновике**.

В обоих случаях передача профиля объекта в план происходит в виде полилинии.

При сохранении данных в окне профиля создается набор проектов профилей линейного объекта. Он сохраняется за маской ЛТО на сеанс работы с системой. Чтобы НП профилей сохранился и для последующих сеансов работы, нужно сохранить при закрытии системы проект, в котором создан ЛТО, или набор проектов в окне плана.

Набор проектов трассы АД является сохраняемым. Для трассы АД, в отличие от других масок, проектный профиль по оси дороги (наряду с другими продольными профилями) можно создать и сохранить только в окне профиля.

При сохранении набора проектов профилей происходит передача проектного профиля в план.

Проектный профиль по оси дороги хранится за трассой АД в плане в виде полилинии и в НП профилей в виде функциональной маски *Проектный профиль*.

2.2.2 Проекты разрез модели и развернутый план

Проекты **Разрез модели** для продольного и поперечного профилей создаются по слоям всех наборов проектов плана. На первом уровне иерархии создаются слои с именами проектов, ниже – слои в соответствии с иерархией слоев в проектах плана.

Также сохраняется видимость слоев, настроенная в плане.

В слоях проектов **Разрез модели** создаются графические маски, которые представляют собой сечения поверхностей по слоям плана, а также рельефные точки, ситуационные точки с высотой, сечения точечных тематических объектов (ТТО), ЛТО (продольные и поперечные), СЛ.

Для удобства работы можно назначить индивидуальный цвет для сечения поверхностей в каждом слое. Для этого в окне **Слои** нужно указать слой с поверхностью и в контекстном меню выбрать команду **Свойства слоя**, открывающую диалог с аналогичным названием. Параметр **Цвет разреза поверхности** позволяет задавать индивидуальные настройки цвета линии сечения поверхности.

Обязательным условием для создания сечений тематических объектов (ТТО и ЛТО) является наличие условного знака (УЗ) или подписей в **Редакторе классификатора**.

Также для корректного отображения «пересечек» ТТО необходимо задать его высотную отметку (параметр **Отметка Н**) в плане. Для линейных объектов необходимо наличие профиля [3].

Проекты **Развернутый план модели** и **Развернутый план проекта** всегда создаются вместе при переходе в окно профиля. Настройки для их создания задаются в окне параметров команды **Профиль...** в группе **Развернутый план**.

Развернутый план модели формируется из элементов поверхности и ситуации, которые попадают в полосу выпрямленного участка модели заданной ширины. Границы этой полосы располагаются на равном удалении влево и вправо от оси линейного объекта.

В проекте **Развернутый план проекта** создаются ось объекта, графические маски для обозначения вершин углов и тексты со значениями имен вершин углов.

При создании развернутого плана происходит преобразование элементов, например, горизонтали становятся графическими масками, подписи точек и тематических объектов – текстами. При этом учитывается масштаб съемки набора проектов плана. Таким образом, если необходимо, чтобы развернутый план был создан с масштабом 1:5000, следует, прежде чем перейти в профиль и создать развернутый план, установить такой же масштаб съемки.

3. Технология создания продольного профиля линейно-тематического объекта в ПП CREDO

3.1 Особенности профилей

В системе CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ реализована возможность создания продольных профилей трассы и линейных тематических объектов (ЛТО).

В качестве исходных данных чаще всего используются материалы полевых изысканий, обработанные и представленные в виде ЦММ соответствующей полосы (коридора). При этом могут решаться разные виды задач трассирования – восстановление оси существующего или определение положения оси проектируемого объекта [3].

Профиль трассы и линейных тематических объектов (ЛТО) в системах CREDO III может создаваться несколькими способами:

– из **окна профиля трассы**. Команда *Дорога/Редактировать в окне профиля/Работа с профилями*. В этом случае пользователь переходит в Набор проектов профиля ЛТО, где определяет профиль различными способами;

– из **окна плана**, с помощью команды *Ситуация/Редактировать линейный объект/Параметры*. В этом случае профиль ЛТО определяется из высот элементов, которые пересекает данный линейный объект (точки, ребра триангуляции, структурные линии, другие ЛТО и т.д.).

– из **окна профиля ЛТО**. Команда *Ситуация/ Редактировать линейный объект/Работа с профилями*.

При этом формируется новый тип проекта – **Продольный профиль**, который является составной частью набора проектов **Продольный профиль всех линейных объектов** (структурных линий, ЛТО, трасс АД 3), которые могут иметь профиль. Набор проектов продольного профиля создается автоматически, при этом в него по умолчанию включены только служебные слои, в каждом из которых по мере необходимости будут сохраняться строго определенные данные (Рис. 116) [3].

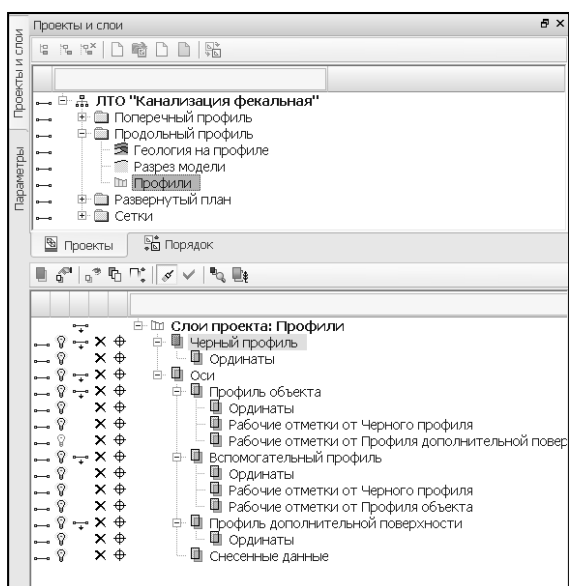


Рис. 116 – Слои проекта продольного профиля

В проектах типа **Профили трассы** возможна работа с продольными профилями *земли, линии быта и геологией*. В проектах типа **Профили ЛТО** возможна работа с двумя типа-

ми продольных профилей: *черным (исходным) профилем и проектным (профиль объекта).*

Черный профиль или продольный профиль земли – разрез исходной поверхности (ЦМР) по линии ЛТО. В системе CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ можно выделить следующие группы работ с черным профилем:

- создание, редактирование черного профиля в проекте профилей;
- заполнение и редактирование ординат, строящихся от данного профиля в проекте профилей;
- заполнение и редактирование данных в проекте сеток черного профиля (абсолютные отметки, уклоны, расстояния).

Профиль объекта – линия, определяющая пространственное положение коммуникации. В системах CREDO III можно выделить следующие группы работ с профилем коммуникаций:

- создание, редактирование профиля в проекте профилей;
- заполнение и редактирование ординат и рабочих отметок, данного профиля в проекте профилей;
- заполнение и редактирование данных в проекте сетки профиля объекта.

Отметки и ординаты позволяют определить пикетное положение, отметки и взаимное положение профилей в заданных точках.

При создании ординат и отметок используется один и тот же набор параметров, позволяющий создавать элементы в следующих точках профиля:

- на целых пикетах;

- с заданным шагом;
- в точках пересечения с другими профилями;
- в узлах профиля, при этом в случае необходимости можно контролировать значение разности уклонов в узле, и если оно меньше заданного, то элементы создаваться не будут.

Независимо от выбранного метода профиль создается в два этапа. На первом этапе создается геометрия, на втором – задаются индивидуальные свойства профиля в окне *Параметры* (Рис. 117).

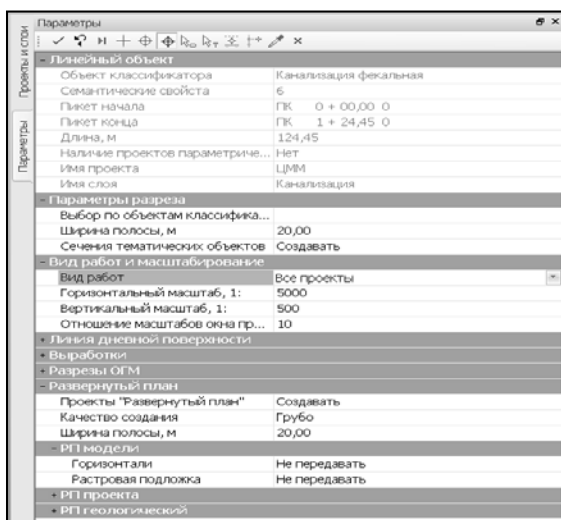


Рис. 117 – Окно **Параметры** продольного профиля.

Упражнение 14. Построение продольного профиля линейно - тематического объекта по данным ЦММ

1. Установите слой **Канализация бытовая** активным.
2. Активизируйте команду *Построение/Профиль Линейного объекта* на главной панели инструментов.
3. Выберите курсором канализацию в графическом окне (Рис.118)

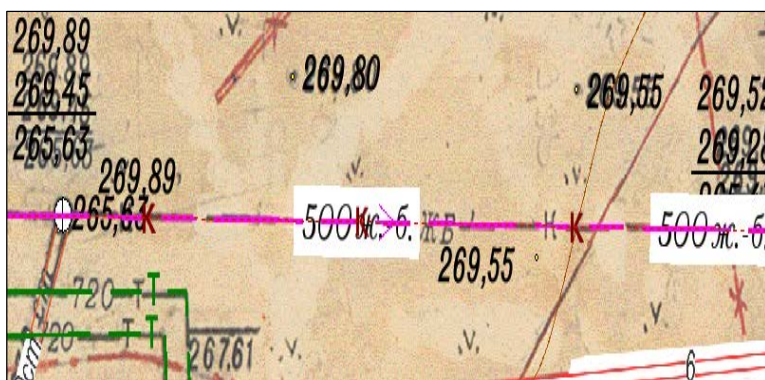



Рис. 118 – Выбор объекта для построения его профиля

4. В окне **Параметры** для группы **Параметры разреза** в строке **Сечения тематических объектов** необходимо установить значение – *Создавать*, для группы **Вид работ и масштабирование** в строке **Отношение масштабов окна профиля** – 5. Для группы **Развернутый план** должны быть настроены значения согласно рисунку 119. Остальные настройки оставьте без изменений и нажмите кнопку *Применить* построение .

▼ Параметры разреза	
Сечения тематических объек...	Создавать
Ширина полосы, м	0,00
Выбор объектов	Все - 1371
▼ Вид работ и масштабирование	
Вид работ	Все проекты
Горизонтальный масштаб, 1:	1000
Вертикальный масштаб, 1:	100
Отношение масштабов окна ...	5
▼ Развернутый план	
Проекты "Развернутый план"	Создавать
Качество создания	Грубо
Ширина полосы, м	40,00

Рис. 119 – Установка параметров профиля

5. Определите **Черный профиль** для всего объекта, если он не назначен. Для этого активизируйте команду *Исходные профили/Черный профиль/Назначить* и выберите линию разреза поверхности.

 При этом создается черный профиль, он «помнит» слой поверхности, по разрезу которой создан. Создаются также все данные от черного профиля (и в проекте Профиль, и в проектах сеток), отмеченные флажками в диалоге Настройка актуализации данных от профилей (одноименная команда меню Установки).

6. Постройте профиль канализации по известным отметкам глубин прокладки канализации. Для этого перейдите в *Оси/Профиль объекта/С созданием элементов*. Захватите поочередно все построенные точки (ситуационные с отметкой, созданные ранее при оцифровке колодцев), последнюю точку захватите дважды (Рис. 120)

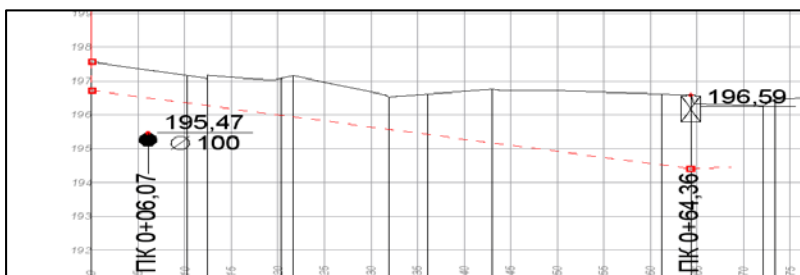


Рис. 120 – Построение профиля объекта

7. В открывшемся окне **Параметры** выполните настройки согласно рисунку 121.

Параметры	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
- Параметры профиля объекта	
Отметка Н начала, м	206,93
L до начала, м	5,23
Длина, м	114,65
Длина проекции, м	114,57
Отметка Н конца, м	211,34
L до конца, м	119,79
- Свойства профиля объекта	
Цвет линии	■ FF0000
Тип линии	
Хранится в слое	Профиль объекта
- Текущий профиль объекта	
В граничных узлах	Разрезать
Перекрывающиеся	Удалить
- Данные от профиля	
Актуализировать	Да

Рис. 121 – Настройка параметров профиля канализации

8. Завершите построение кнопкой *Применить* построение, после чего осуществится создание истинного профиля канализации и заполнение соответствующих граф сеток профиля в автоматическом режиме.

9. После построения профиля автоматически появляются значения рабочих отметок (Рис. 122).

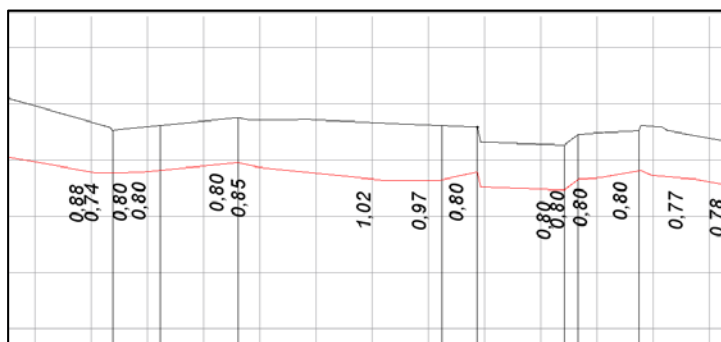


Рис. 122 – Созданные рабочие отметки коммуникации

10. Осуществите редактирование представления данных профиля. Так, например, чтобы изменить шрифт и размер рабочих отметок перейдите в *Оси/Данные от профиля объекта/Рабочие отметки от Черного профиля*. В выпадающем меню можете выполнить настройки отображения рабочих отметок


11. Чтобы показать на профиле низ трубы, используйте команду главного меню *Оси/Вспомогательный профиль/По смещению*. Укажите линию профиля канализации:


- двойным щелчком выберите профиль объекта;

– в окне **Параметры** установите следующие настройки: **Исходная маска** – *Не удалять*, **Способ перемещения** – *Вертикально*;

– укажите курсором сторону смещения линии, затем зафиксируйте примерное положение;

– в окне **Параметры** уточните **Смещение по высоте** – *равное диаметру трубы канализации* (Рис. 123)

12. Завершите построение кнопкой  *Применить* построение.

 *Представление продольного профиля может быть изменено комбинацией клавиши **ctrl+5** и **ctrl+6**, где будет выполняться растягивание профиля влево/право и вверх/низ.*

13. Выполните редактирование положения подписей профиля, перейдя в *Исходные профили/Снесенные данные/Редактировать подпись*, как показано на рисунке 124.

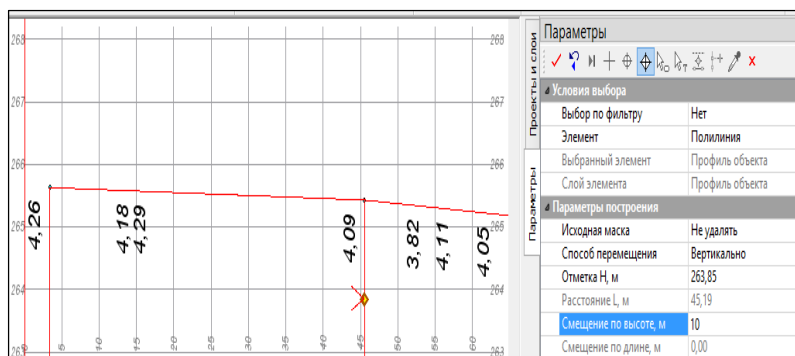


Рис. 123 – Создание низа трубы

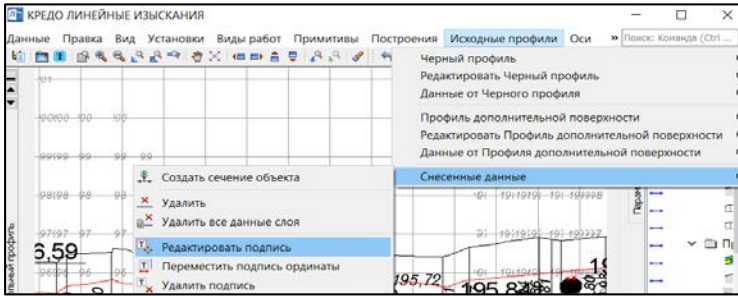


Рис. 124 – Переход к редактированию подписей профиля

На рисунке 125 представлено редактирование подписи профиля.

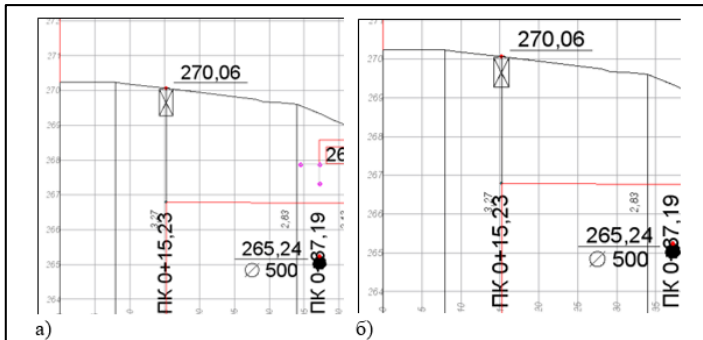


Рис. 125 – Представление подписей профиля:
а) до редактирования; б) после редактирования

Пример и построенного и подготовленного профиля представлен на рисунке 126.

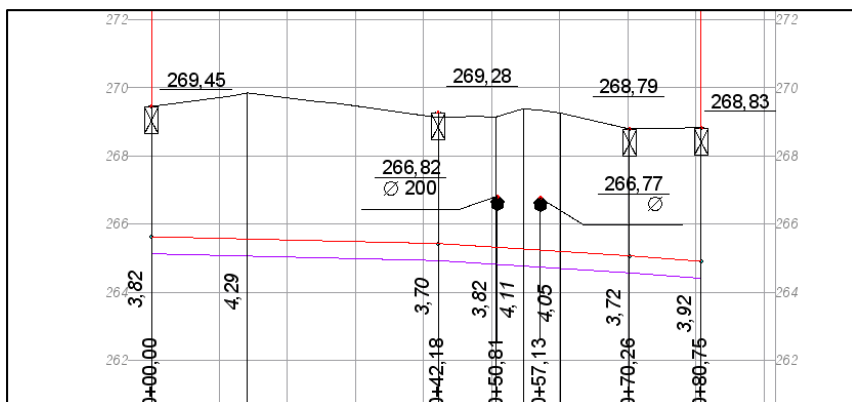




Рис. 126 – Пример построенного и отредактированного Профиля

 При пересечении коммуникаций на профиле образуется точка пересечения коммуникаций в виде  (Рис.126).

– Следует отметить, что при построении профиля одной лишь коммуникации, не будет отображено пересечений всех коммуникаций. Чтобы при построении было все отражено необходимо для каждой коммуникации создать профиль.

– Если семантика коммуникации была внесена при ее построении, то в месте пересечений коммуникаций указывается не только точка пересечения, но и отметка/диаметр трубы коммуникации, с которой выполняется пересечение.

Проекты и графы сеток профиля

Проекты сеток профиля создаются автоматически при первом обращении к набору профилей (Рис. 127).

В состав этих проектов по умолчанию включены только фиксированные слои, в каждом из них сохраняются строго определенные данные. Каждому слою проектов сеток соответствует отдельная графа в окне Сетки. Для заполнения каждой графы сетки предусмотрена индивидуальная команда главного меню.

Для заполнения отдельной графы сетки требуется сделать ее активной, выбрав нажатием левой клавиши мыши, после чего перейти.

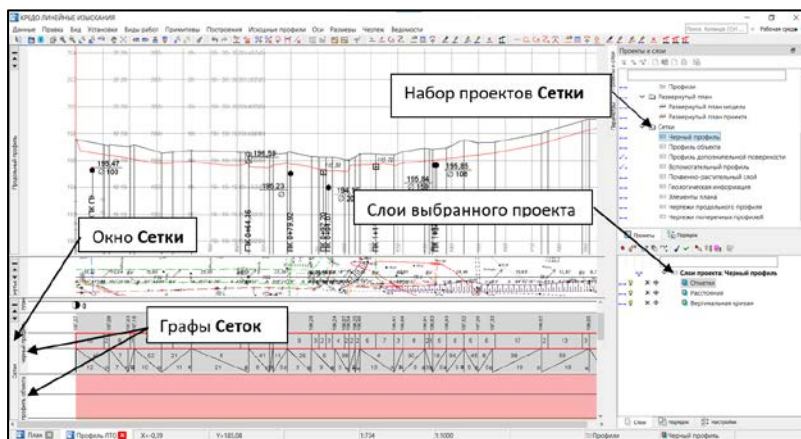









Рис. 127 – Элементы работы с *Сетками*

После вызова команды главного меню практически для всех граф становятся доступными специальные методы, находящиеся на локальной панели инструментов окна параметров. Именно с их помощью заполняются и редактируются графы.

Инструмент  – Создать элемент по курсору,  – Создать элемент по параметрам,  – Переместить подпись эле-


мента,  – Удалить элемент,  – Удалить все данные,  – Настройка.

С помощью инструмента  – Создать элемент по параметрам, можно снести все отметки в графу сетки профиль объекта, выделив ее предварительно.


Таким образом заполняются все необходимые графы сетки профиля.

Упражнение 15. Создание чертежа профиля

В системе CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ предусмотрена возможность создания чертежей плана, планшетов, продольного и поперечных профилей, а также совмещенных (комплексных) чертежей. Любой из чертежей формируется в своем рабочем пространстве, но в итоге все они попадают в **Чертежную модель** (далее ЧМ) в виде проектов типа **Чертеж**.

 **Чертежная модель** - это набор проектов (далее НП), который формируется в результате создания чертежей.

1. Создание чертежа профиля осуществляется переходом **Виды работ/Чертеж профиля/Сетка Чертежей профиля/Листы чертежа**.

2. Выполните настройку чертежа профиля . В выпадающем меню в **Параметрах Черного профиля** укажите **Стиль чертежа профиля: ЛИ – М 1000_100** (указывайте стиль, характерный для проектируемой коммуникации (Рис. 128).

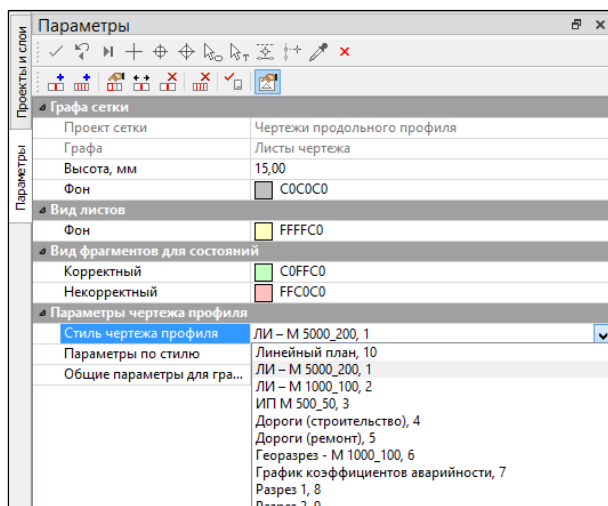


Рис. 128 – Установка параметров черного профиля

3. Далее перейдите в **Общие параметры для графы**, где выполните настройки:

- в группе **Шаблон чертежа** выберите **Использовать шаблон чертежа** – *Да*.

- в группе **Шаблон сетки профиля** в строке **Использовать шаблон сетки профиля** – *Да*, **Имя шаблона сетки профиля** – ГОСТ 21.610-85. Форма 2 (ПП газопровода) (*Выберите из предложенных характерное для вашей коммуникации*).


- в группе **Линии совмещения** выберите **Создавать линии совмещения** – *Нет*.

- в группе **Геологический разрез** выберите **Основная модель** – *Не формировать*

– в группе **Масштабы** выберите **Горизонтальный масштаб – 1000**, **Вертикальный масштаб – 100**.


– в группе **Условный горизонт** выберите **Создать отметку – Нет**.

– в группе **Линейка и рейка** выполните настройки, в строке **Создавать** – *Да*, в строке **Подписи делений** – *Слева*, в строке **Формат числа** – *1.1*.

4. Нажмите кнопку  и изменяйте значения параметров листа таким образом, чтобы ваш профиль размещался по центру листа (Рис. 129).

✓ Параметры листа	
Высота полосы, мм	150,00
Поле верхнее, мм	20,00
Поле нижнее, мм	80,00
Поле слева, мм	50,00
Поле справа, мм	50,00

Рис. 129 – Редактируемые параметры листа

5. Примените построение и кликните на *Создать чертеж* .

По итогу профиль коммуникации должен выглядеть согласно рисунку 130.

1. Вызовите команду *Редактор шаблонов*, который вызывается командой *Установки/Редактор Шаблонов* (Рис. 131).

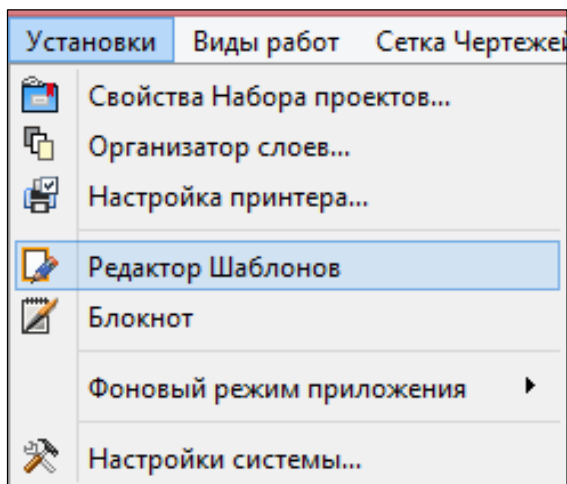


Рис. 131 – Вызов команды
Редактор Шаблонов

2. Кликните на *Шаблон* и выберите команду *Создать*.
3. В выпадающем окне выберите *Шаблон чертежа* (Рис. 132) и нажмите *Далее*.

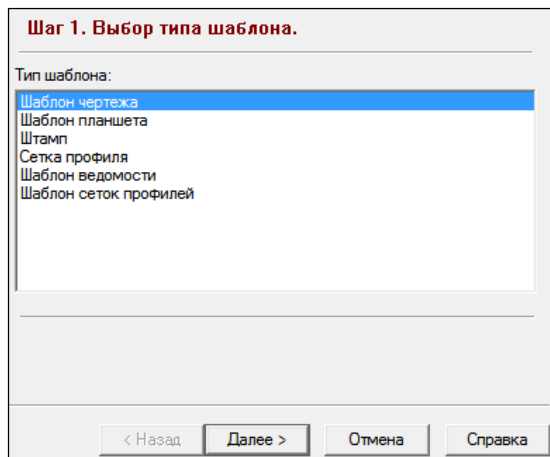


Рис. 132 – Выбор типа шаблона

4. В появившемся окне напишите имя шаблона на ваш выбор, например, Шаблон 4 и укажите формат листа для просмотра А3, ориентацию листа – книжная, согласно рисунку 133.

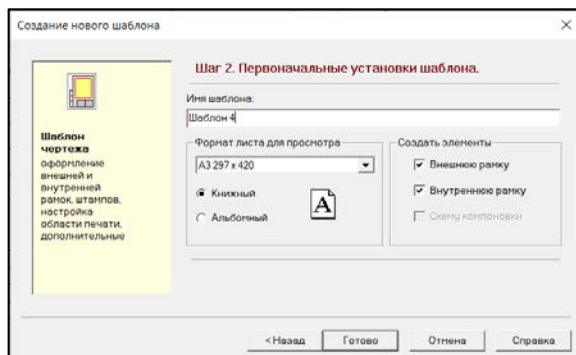



Рис. 133 – Первоначальные установки шаблона

После нажатия на клавишу **Готово** появляется окно с шаблоном.

5. Далее необходимо сохранить шаблон: *Шаблон/Сохранить как*, перейти к созданию шаблона  и приступить к созданию штампа, выбрав его в выпадающем окне (Рис. 134). Все настройки принимаем.

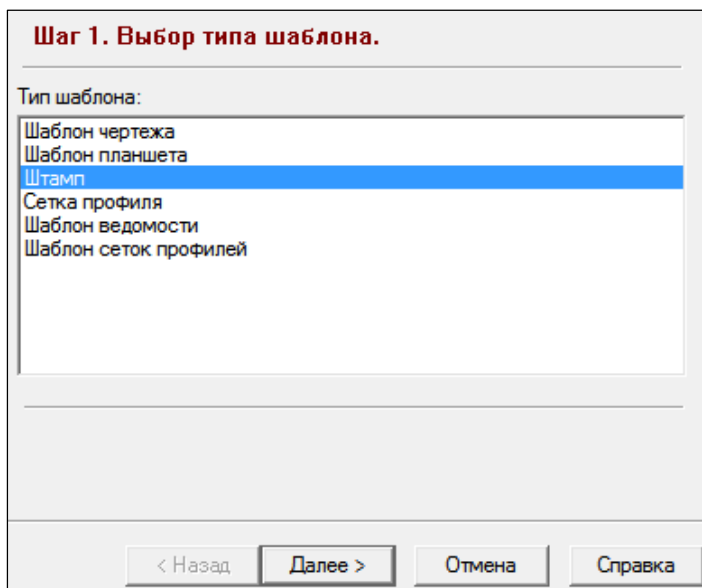






Рис. 134 – Выбор типа шаблона – Штамп

6. Выполните редактирование штампа. Для редактирования штампа есть панель инструментов:  - установка границы,  - заливка фона,  - разделить ячейку,  - объединить ячейку.

Пример создания штампа представлен на рисунке 135.

M 1: [знач.]	- по горизонтали	
M 1: [знач.]	- по вертикали	
Отметка земли проектная, м		[#Профиль дополнительной поверхности/Отметки]
Отметка земли фактическая, м		[#Черный профиль/Отметки]
Отметка низа трубы, м		[#Вспомогательный профиль/Отметки]
Обозначение трубы и тип изоляции		
Уклон %, Длина, м		[#Профиль объекта/Вертикальная кривая]
Расстояние, м		[#Элементы плана//Прямые и кривые плана]
Развернутый план		[#Развернутый план модели/]

Рис. 135 – Пример штампа

7. Сохраните созданный вами штамп и задайте ему любое имя, например *Штамп_Курсовая*.

Обратите внимание, что теперь в окне под штампом появилось две вкладки: *Шаблон 4* и *Штамп_Курсовая*.

8. Перейдите во вкладку *Шаблон 4/Элементы/Штамп/Штамп_Курсовая* и сохраните созданный вами шаблон и вписанный в него штамп.

9. Снова перейдите в *Сетка чертежей профиля/Листы чертежа/ Настройка* и укажите созданный шаблон, чтобы в профиле линейного объекта он применился (Рис. 136).

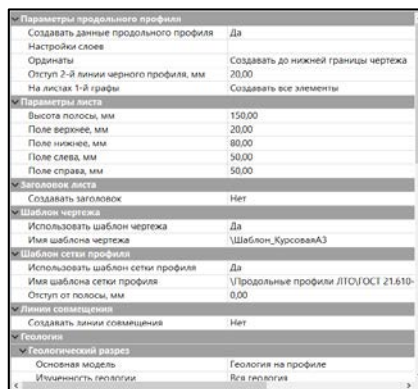


Рис. 136 – Установка шаблона для профиля

В результате внесения изменений профиль коммуникации будет иметь вид, согласно рисунку 137.

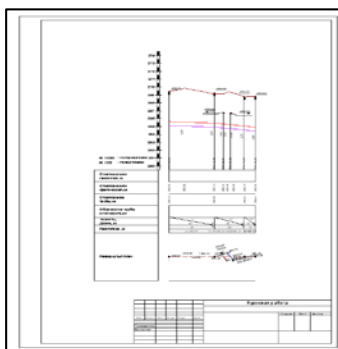



Рис. 137 – Профиль с учетом созданного штампа


Упражнение 18. Выпуск чертежа профиля


1. Выберите команду *Данные/Выпустить чертеж*. При этом в рабочем окне создается сетка по размеру бумаги в соответствии с настройками принтера.

2. Задайте параметры, согласно рисунку 138.

При выборе в строке *Размер сетки* настройки *По размеру бумаги* чертеж будет печататься с искажением (сжиматься).

При необходимости переместите границы сетки при помощи курсора мыши в режиме захвата линии .

3. Укажите печатаемый фрагмент курсором в режиме выбора полигона .

4. Отправьте чертеж на печать, активизировав кнопку *Печать*  на локальной панели инструментов и сохраните свой чертеж в формате *pdf*.

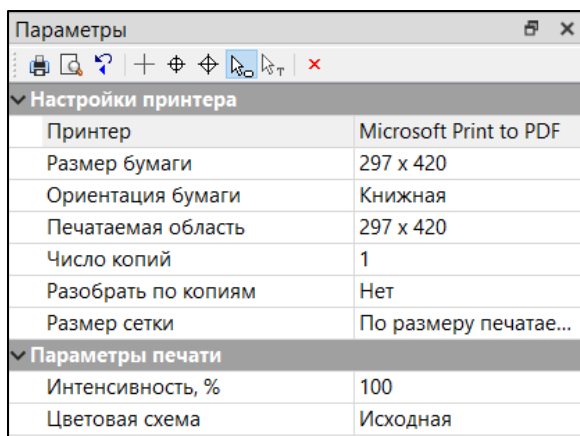


Рис. 138 – Параметры чертежа профиля

РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

№п/п	Вопрос
1.	Дайте определение САПР
2.	Перечислите преимущества САПР
3.	Перечислите цели создания САПР
4.	Перечислите задачи САПР
5.	Перечислите, по каким характеристикам классифицируются САПР.
6.	Дайте понятие общих характеристик, применяемых в классификации САПР и перечислите их.
7.	Классификация САПР по назначению.
8.	Классификация САПР по способу организации информационных потоков.
9.	Дайте понятие программных характеристик, применяемых в классификации САПР и перечислите их.
10.	Перечислите специализацию программных средств.
11.	Перечислите организацию внутренней структуры САПР.
12.	Перечислите функциональное расширение САПР.
13.	Перечислите способы обмена информацией между САПР.
14.	Перечислите способы создания изменяемых прототипов в САПР.
15.	Дайте понятие технических характеристик, применяемых в классификации САПР и перечислите их.
16.	Перечислите используемые средства вычислительной техники для САПР.
17.	Перечислите способы объединения технических средств для САПР.
18.	Перечислите состав технических средств для САПР.
19.	Дайте понятие эргономических характеристик, применя-

	емых в классификации САПР и перечислите их.
20.	Перечислите возможности организации диалога САПР с пользователем.
21.	Перечислите уровень проработки геометрии.
22.	Дайте определение жизненного цикла продукта в САПР.
23.	Перечислите главные процессы жизненного цикла продукта в САПР и дайте их определения.
24.	Перечислите графические стандарты, используемые для обмена графической информацией между различными системами.
25.	Перечислите способы представления графических данных.
26.	Дайте понятие растрового формата представления графических данных.
27.	Дайте понятие векторного формата представления графических данных и его подразделение.
28.	Перечислите примеры наиболее распространенных растровых форматов.
29.	Перечислите примеры наиболее распространенных векторных форматов.
30.	Дайте определение графического примитива.
31.	Перечислите основные графические примитивы вывода.
32.	Перечислите используемые атрибуты для полимаркера.
33.	Перечислите используемые атрибуты для полилинии.
34.	Перечислите используемые атрибуты для вывода текста.
35.	Перечислите используемые атрибуты для заполнения области.
36.	Перечислите используемые атрибуты для массива пикселей.
37.	Перечислите типы систем координат, используемые при создании графической модели объекта и его изображения, в соответствии с стандартом GKS,
38.	Дайте определение ЦММ.
39.	Что характеризуют кодовые обозначения, применяемые при создании ЦММ.
40.	Перечислите информацию, входящую в состав ЦММ.

41.	Дайте определение ЦМР.
42.	На основании чего строится ЦМР и чем определяется точность моделирования ЦМР.
43.	Перечислите виды ЦМР.
44.	Дайте понятие растровой модели рельефа.
45.	Дайте понятие регулярной модели рельефа (DEM).
46.	От чего зависит точность аппроксимации топографической поверхности в модели DEM
47.	Дайте понятие векторной модели рельефа
48.	Какие структуры объединяет векторная модель рельефа.
49.	Дайте определение, понятие и применение структурной линии.
50.	Перечислите виды массивов данных, используемых для построения ЦМР.
51.	Понятие хаотической модели рельефа.
52.	Понятие структурной модели рельефа.
53.	Понятие модели рельефа, построенной на нерегулярной сети треугольников.
54.	Перечислите области применения ЦМР.
55.	Дайте определение триангуляции.
56.	Сформулируйте задачу определения триангуляции.
57.	Перечислите основные элементы триангуляции.
58.	Сформулируйте главное условие триангуляции Делоне.
59.	Перечислите возможные способы получения информации, необходимой для построения ЦМР.
60.	При расчёта цифровых моделей рельефа методом интерполяции поверхностей, чем представлен рельеф местности?
61.	Перечислите и дайте понятие основным группам методов интерполяции поверхности.
62.	Дайте понятие и определение ЦМС.
63.	Перечислите основные элементы ЦМС и дайте им определения.
64.	Опишите процесс моделирования ситуации.
65.	Понятие электронного классификатора.

66.	Дайте определение цифрового инженерно-топографического плана.
67.	Перечислите требование к организации топографо-геодезической информации, содержащейся в составе цифрового инженерно-топографического плана.
68.	Особенности сканирование инженерно-топографических планов.
	Блок вопросов по СН 1.02.01-2019 «Инженерные изыскания для строительства»
69.	Перечислите состав инженерно-геодезических работ для создания ЦММ.
70.	Перечислите дополнительный состав инженерно-геодезических работ для создания ЦММ для реконструкции и расширения действующих предприятий в соответствии с требованиями задания.
71.	Какие данные должны быть получены по результатам сбора и анализа материалов изысканий прошлых лет для создания ЦММ.
72.	При выполнении топографических съемок для создания ЦММ высота снежного покрова не должна превышать
73.	Что является геодезической основой при инженерно-геодезических изысканиях для создания ЦММ.
74.	Чему должна соответствовать точность создания ЦММ.
75.	Средние погрешности в положении на ЦММ изображений предметов и контуров местности с четкими очертаниями относительно ближайших точек съемочной геодезической сети не должны превышать.... мм, а в залесенных районах - мм.
76.	На территориях с капитальной застройкой предельные погрешности во взаимном положении на плане углов капитальных зданий и сооружений, расположенных один от другого на расстоянии до 50 м, не должны превышать мм.
77.	Средние погрешности съемки рельефа относительно ближайших точек съемочной геодезической сети не должны превышать от принятой высоты сечения релье-

	<p>фа: - при углах наклона до 2°; - при углах наклона свыше 2° для планов в масштабах 1:5000 и 1:2000 и до 10° для планов в масштабах 1:1000 и 1:500. На залесенных участках местности указанные допуски увеличиваются в раза.</p>
78.	Расхождения в положении контуров ситуации и рельефа на сводках ЦММ не должны превышать.....величины предельных расхождений, указанных в СН 1.02.01-2019 «Инженерные изыскания для строительства».
79.	Точность ЦММ оценивается по величинам средних расхождений положения предметов и контуров местности на планах, а также в высотах точек, рассчитанных по триангуляции, с данными контрольных полевых измерений. Предельные расхождения не должны превышать значений допустимых средних погрешностей.
80.	ЦММ должна проверяться и приниматься в и приемка ЦММ оформляется
81.	Перечислите, что подлежат отображению действующими условными знаками при создании ЦММ масштабов 1:5000 - 1:500.
82.	Перечислите, что не следует показывать на ЦММ в масштабах 1:5000 и 1:2000.
83.	Что из ситуационных особенностей на ЦММ не показывают?
84.	На ЦММ в масштабах 1:500 и 1:1000 высотными пикетами должны быть охарактеризованы:.....
85.	Сбор данных, для нанесения на ЦММ существующих подземных и надземных инженерных сооружений, включает в себя:.....
86.	При обследовании водопроводных сетей, для создания ЦММ, должны быть определены и отражены следующие элементы и технические характеристики:.....
87.	При обследовании канализационных сетей, для создания ЦММ, должны быть определены и отражены следующие

	щие элементы и технические характеристики:.....
88.	При обследовании теплосетей, для создания ЦММ, должны быть определены и отражены следующие элементы и технические характеристики:.....
89.	При обследовании газопроводных сетей, для создания ЦММ, должны быть определены и отражены следующие элементы и технические характеристики:.....
90.	При обследовании силовых и телефонных кабелей, для создания ЦММ, должны быть определены и отражены следующие элементы и технические характеристики:.....
91.	Нивелирование подземных сооружений для создания ЦММ включает определение с точностью технического нивелирования высот люков (обечаек) всех колодцев, земли или мощения у колодца (если их высоты отличаются более чем на см), а также высот, расположенных в колодце труб, лотков, каналов и кабелей промерами от обечайки с отсчетом до см.
92.	В колодцах и камерах подземных сооружений, для создания ЦММ, подлежат нивелированию.....
93.	Фиксация точек скрытых подземных коммуникаций выполняется с помощью приборов поиска, как правило, через,, и м при съемках в масштабах 1:500, 1:1000, 1:2000 и 1:5000 соответственно.
94.	Глубина заложения бесколодезных прокладок должна фиксироваться приборами поиска дважды, как правило, в разные стороны от оси трассы. Расхождения между результатами измерений не должны превышать.....%.
95.	Средние погрешности в положении на ЦММ скрытых точек подземных сооружений, определенных с помощью приборов поиска, относительно ближайших капитальных зданий и точек съемочной геодезической сети, не должны превышать мм в масштабе ЦММ.
96.	Кто стандартизирует организацию геометрических слоев, при формировании ЦММ.....

97.	Что является математической и координатной основой ЦММ, согласно СН 1.02.01-2019 «Инженерные изыскания для строительства».
98.	Должна ли быть связана ЦМР, создаваемая в составе ЦММ, представляемая нерегулярной сетью треугольников для съемки в масштабах 1:2000-1:200 или матрицей высот, с текущим видом отображения рельефа горизонталями в ЦММ.
99.	В ЦММ, используемых для решения инженерных задач в системах автоматизированного проектирования, как правило, используют ЦМР созданную методом.....
100.	Что и с учетом чего, должна обеспечивать цифровая модель рельефа для решения инженерных задач?

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

ЭУМК составлен на основе образовательного стандарта ОСВО 1-56 02 01-2019 и учебных планов по специальности 1-56 02 01 «Геодезия».

Согласно учебным планам на изучение учебной дисциплины отведено:

– для очной формы получения высшего образования всего 132 ч., из них аудиторных – 56 часов;

– для заочной формы получения высшего образования всего 132 ч., из них аудиторных – 20 часов.

Распределение аудиторных часов по курсам, семестрам и видам занятий приведено ниже.

Таблица 1.

Очная форма получения высшего образования				
Курс	Семестр	Лекции, ч.	Лабораторные занятия, ч.	Форма текущей аттестации
4	8	28	28	курсовая работа, экзамен

Таблица 2.

Заочная форма получения высшего образования				
Курс	Семестр	Лекции, ч.	Лабораторные занятия, ч.	Форма текущей аттестации
3	6	2	-	
4	7	8	10	курсовая работа, экзамен

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Малюх, В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций./ В. Н. Малюх.- М.: ДМК Пресс, 2010.- 192 с.
2. Норенков, И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов./ И.П. Норенков.- 2-е изд., перераб. и доп. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. - 336 с.
3. Информатика: Учебник. – 3-е перераб. изд. / Под ред. Н.В. Макаровой. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 768 с.: ил.
4. Антонович, К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии: монография: в 2 т./ К.М. Антонович.- М.: ФГУП «Картгеоцентр», 2006. – т.2. - 360 с.
5. Зацаринный, А.В. Автоматизация высокоточных инженерно-геодезических измерений / А.В. Зацаринный. – Недра, Москва, 1976. – 247 с.
6. Подшивалов, В.П., Нестеренок, М.С. Инженерная геодезия / В.П. Подшивалов, М.С. Нестеренок. – Мн.: Высшая школа, 2011.– 463 с.
7. Федотов, Г.А. Инженерная геодезия / Г.А. Федотов. – Высшая школа, Москва, 2004. – 407 с.
8. Кузнецов, О.Ф. Основы спутниковой геодезии / О.Ф. Кузнецов. – ГОУОГУ, Оренбург, 2009. – 147 с.
9. Назаров, А.С. Фотограмметрия / А.С. Назаров. – Мн.: Terra Систем, 2006. – 368 с.
10. Золотова, Е.В., Скогорева, Р.Н. Геодезия с основами кадастра / Е.В. Золотова, Р.Н. Скогорева. –М.: Академический проект, Фонд «Мир», 2012. – 413 с.

11. Назаров, А.С. Автоматизированная обработка материалов топографо-геодезических и земельно-кадастровых работ (на примере комплекса Credo) с лабораторным практикумом / А.С. Назаров, Ю.К. Неумывакин, М.И. Перский. – Учебное пособие, М, 2009. – 267 с.

12. Технология, информационное и программное обеспечение получения и использования цифровой топографической информации: [сб. ст.] / ЦНИИ геодезии, аэросъемки и картографии им. Ф.Н. Красовского. - М. : ЦНИИГАИК, 1995. – 72 с.

13. В.В. Хромых, О.В. Хромых. Цифровые модели рельефа. - Томск, «ТМЛ-Пресс», 2007.;

14. Скворцов, А.В. Триангуляция Делоне и её применение./А.В Скворцов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002.- 128 с.

15. ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ 2.8 Руководство пользователя для начинающих. / Кредо-Диалог.- Минск: СП «Кредо-Диалог», 2022. – 705 с.

16. ТРАНСФОРМ 4.2 Трансформация и координатная привязка растровых картматериалов./ Кредо-Диалог.- Минск: СП «Кредо-Диалог», 2019. – 91 с.

17. Чернокожева, О. К. Необходимость создания единой структуры цифровой модели местности / О. К. Чернокожева. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2013. — № 2 (49). — С. 72-75. — URL: <https://moluch.ru/archive/49/6256/> (дата обращения: 11.05.2022).

18. Понятие о цифровой модели местности — URL: <https://centr-geodezii.ru/inform/o-geodezii/toposjomki/cifrovaja-model-mestnosti.html> (дата обращения 01.11.20). — Текст: электронный.

19. Изображение местности на картах. Ситуация. Способы съемки ситуации — URL: https://studopedia.ru/13_8714_izobrazhenie-mestnosti-na-kartah-

situatsiya-sposobi-s-emki-situatsii.html (дата обращения 30.10.20). — Текст : электронный.

20. Цифровые модели рельефа – URL : <https://innoter.com/products/prostranstvennie-dannie/tsifrovye-modeli-relefa> (дата обращения 01.11.20). – Текст : электронный.

21. Васильева Т.Ю. Чиченева О. Н., Мокрецова Л. О.. Компьютерная графика. 2D-моделирование с помощью системы автоматизированного проектирования AutoCAD.- МиСиС, 2018. – 54с.

22. ВСЁ что Нужно Уметь Геодезисту в AutoCAD! Практическое пособие по Геодезии... - URL: https://yandex.by/video/preview/?text=литература%20по%20обучению%20автокад%20в%20геодезии&path=yandex_search&parent-reqid=1653921930303557-5281143599909379703-vla1-1487-vla-l7-balancer-8080 VAL5071&from_type=vast&filmId=15851124542002301826 (дата обращения 01.11.20). – Текст : электронный.

Дополнительная литература:

23. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000,1:2000, 1:1000,1:500. ГКИНП-02-033-79. – М.:Недра, 1985. – 152 с.

24. Классификатор топографической информации (информация, отображаемая на картах и планах масштабов 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10000).–М.,1986.– 89 с.

25. Халугин, Е.И. Цифровые карты / Е.И. Халугин, Е.А. Жалковский, Н.Д.Жданов. – М.: Недра, 1992. – 419 с.

26. Справочник современного изыскателя / Под общ. ред. Л.Р. Маиляна.; Ростов н/Д : Феникс, 2006. – 590 с.

27. Рак, И. Е. Создание цифровой модели местности (с использованием программы CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКА-

НИЯ) : методическое пособие для студентов специальности 1-56 02 01 «Геодезия» / И. Е. Рак ; Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Инженерная геодезия». – Электрон. дан. – Минск: БНТУ, 2014. – 32 с.

28. Пройдаков, Э. М., Теплицкий, Л. А. Англо-русский толковый словарь терминов и сокращений по ВТ, Интернету и программированию / Пройдаков, Э. М. Теплицкий, Л.А. – М.: Русская Редакция, 2004. – ISBN 5-750-20195-3 (Словарь поставляется в электронной версии с ABBYY Lingvo x3 для ПК).

Перечень нормативных правовых актов

29. ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА: СН 1.02.01-2019.- введ. с 01.01.2020.- Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2020.- 110 с.

30. ТКП 45-1.02-293-2014 (02250) ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА Условные обозначения для инженерно-топографических планов масштабов 1:1000, 1:500, 1:200.

31. ГКНП 02-004-2010 Основные положения по созданию топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500.

32. СТБ 1025-96 Цифровая картография.