AS500389

Генплан в Revit: опыт реализации и автоматизации раздела в СТБ Проект

Павел Созонов
ООО «СТБ-Проект»

Цели обучения

- Применять проверенные методы работы для создания раздела ГП в Revit
- Создавать спецификации сложной конфигурации с "виртуальными" строчками
- Творчески подходить к ограничениям Revit
- Ставить задачу программистам на расширение функционала Revit через API

Описание

Традиционно для раздела Генплан используется либо Autocad либо Civil 3D. Мы же считаем, что проектирование в одной среде является более выгодным с точки зрения совместимости данных и читаемости результатов. Кроме того, именно Revit создает более дружественный интерфейс для создания информационной модели и автоматизации процессов создания BIM модели. Таким образом становиться возможным использование тех же библиотек и элементов, что и проектировщиками прочих разделов. Мы хотели бы поделиться своим опытом разработки раздела, подходами, используемыми при создании модели и формировании спецификации, а также опытом автоматизации, без привлечения которой невозможно быстро создавать раздел. Как пример - формирование топоповерхности по объектам, снятие и внедрение координат в свойства объекта, размещение объектов по координатам.

Докладчик(и)

Павел Созонов
BIM-эксперт, преподаватель САПР Revit, Navisworks, SCAD, специалист в области сейсмостойкого проектирования. Выпускник 2012 года по специальности ПГС, в 2016 защитил кандидатскую диссертацию. Около 10 лет занимаюсь внедрением и сопровождением BIM проектирования в организациях. С 2015 года преподаю в университете. За все время участвовал в двух десятках проектов самых разных направлений и обучил с десяток организаций. Автор курсов по Revit и Navisworks для университета ИТМО и платформы «Открытое образование».

Преимущества использования Revit в проектировании раздела ГП

Работа в одной программной среде

При разработке всех разделов одного проекта в рамках одной программы мы обеспечиваем полную взаимную читаемость информационной модели, возможность привязки и корректировки элементов, возможность передать любую из составных частей модели в исходном формате, 100% контроль отображения и видимости.

Единая информационная база

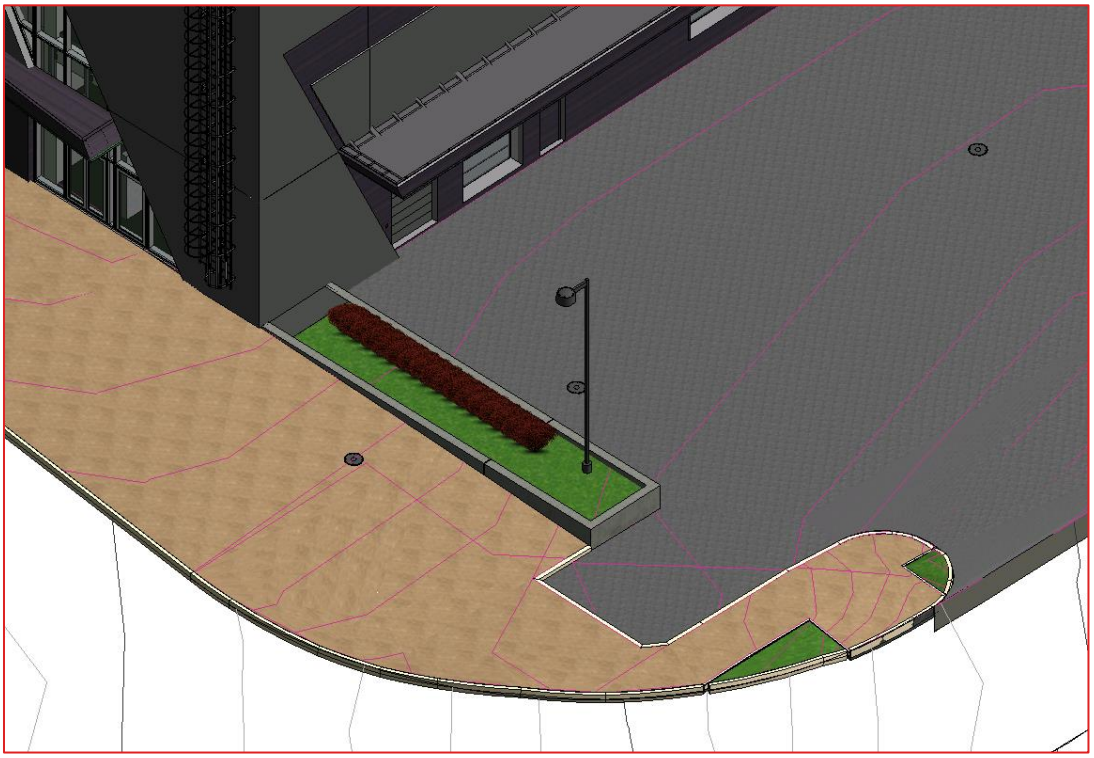
Использование одного и того же шаблона, набора параметров, семейств во всех разделах проекта обеспечивает «автоматическое» формирование задания или исходных данных смежным разделам.

Общее графическое ядро

Все объекты будут выглядеть одинаково презентабельно, при выгрузке для VR или в Autodesk 3DsMax не возникает проблем с графикой как семейств, так и поверхностей.

Автоматизация вычислений

Revit позволяет с помощью спецификаций обрабатывать данные модели в режиме реального времени и выводить их в таблицы. При этом мы получаем «честные» спецификации, собранные из объектов модели.



Этапы внедрения

Данная схема работы подойдет вам и в том случае, если вы планируете внедрять любой другой раздел.
На этапе пилотного внедрения команда состояла из 4 человек – 2 генпланиста, 1 бим-технолог, 1 программист. Вместе мы прошли следующие этапы.

1. Обмен знаниями

- Генпланисты описывают проектную задачу так, как если бы они сами её выполняли. Т.е. описывают стандартные проектные операции и получаемый результат.
- Технолог подбирает на его взгляд наиболее подходящий инструмент или функцию для этого.
- Инструмент тестируется генпланистами, оценивается скорость и результат по сравнению с проектированием плоскими линиями.
- Инструмент утверждается либо предлагается альтернатива.

Важно отделять проблемы проектирования от проблем моделирования!
Поэтому в качестве пилотного проекта принимался проект, уже разработанный в Autocad, и стояла задача повторить его и получить автоматические спецификации.

2. Отработка оформления

- Генпланисты показывают какой должен быть результат и куда информация должна передаваться далее.
- Технолог подбирает способ презентации данных – информационный или аннотационный и разрабатывает необходимые семейства.
- Инструмент тестируется генпланистами, оценивается скорость и результат по сравнению с обычным аннотированием.
- Инструмент утверждается либо предлагается альтернатива.

Важно соблюдать баланс в информационной наполняемости объектов!
Многие данные на самом деле более нигде не нужны, кроме как в каком-то конкретном месте и создавать новые параметры на все случаи жизни и заставлять заполнять их все может быть не рационально. Кроме того, не всегда Revit позволяет легко заполнить данные. Например, объекты «не видят» друг друга.

Этапы внедрения

3. Ведомости и спецификации

- Генпланисты показывают какие данные модели необходимо собрать в спецификацию.
- Технолог подбирает способ формат данные и разрабатывает необходимые спецификации, если это возможно.
- Спецификация проверяется генпланистами, оценивается точность и полнота данных по сравнению с ручным счетом.
- Инструмент утверждается либо предлагается альтернатива.

Важно создавать понятные алгоритмы работы со спецификациями!
Спецификации бывают разного уровня сложности. Некоторые спецификации настолько сложны, что даже с понятным алгоритмом работы они вызывают трудности у пользователей в тот момент, когда задача отличается от стандартной. Поскольку проблемы возникают даже при наличии алгоритма, без него работа и заполнение данных становится просто невозможным.

4. Автоматизация процессов

- Генпланисты рассказывают, какие процессы занимают больше всего времени, какие операции в принципе Revit не позволяет выполнить.
- BIM-технолог предлагает варианты автоматизации, составляет блок-схему (процедурную карту).
- Программист ищет подходящие функции в Revit API и создает приложение.
- Инструмент проверяется генпланистами и технологом, оценивается удобство работы и функциональность.
- Инструмент дорабатывается.

Важно плотно работать с программистом для достижения результата!
Формула «Дал задание – получил решение» не работает в случае с Revit.
Revit API крайне специфична, документация не имеет ярко выраженной системы, иногда кажется, что куски кода собирались разными людьми и разные семейства, внешне похожие, работают по разному. Поэтому нужно постоянно обсуждать и обмениваться мнениями с опытными пользователями Revit, чтобы понять, как именно подобраться к той или иной задаче.
Используйте RevitAPI Lookup – это самый важный инструмент для того, кто работает с API

Ожидания vs реальность

Ожидаемый итог

Скорость проектирования будет как минимум не ниже, а в реальности на 20-30% выше, чем в Autocad.

Полученный итог

В зависимости от специфики объекта, скорость проектирования для минимального альбома по ГОСТ ниже, чем в Autocad.Чем сложнее рельеф – тем больше преимуществ даёт Revit.
Скорость проектирования стадии Р для обычного проекта – в среднем та же, поскольку Revit обязательно требует большей детальности, более глубокой проработки, построение 3Д модели. Однако количество погрешностей и ошибок значительно меньше, плюс меньше зависимость от квалификации и добросовестности специалиста, так как все ошибки будут очевидны.
Скорость проектирования при создании проекта высокого уровня проработки – в 1,5 раза выше за счёт точных объемов, автоматических сечений и т.п.

Revit – инструмент для решения более сложных задач, чем Autocad, так что сравнение не в полной мере правомерно.

Основные проблемные элементы

- Топоповерхности дают возможность подсчитать объёмы работ, получить горизонтали, качественную автоматическую 3Д поверхность, хороший внешний вид, но:
    - С ними совершенно неудобно работать!
- Перекрытия/крыши удобны в работе и при проектировании, удобно получать спецификацию материалов, но:
    - Нет возможности взаимодействия с топоповерхностью, как следствие нет возможности получить объемы земляных масс, нет горизонталей.
- Координирование отдельных объектов и проектов присутствует, можно снять координаты, но
    - Нет возможности установить объект по координатам или передать их в спецификацию.

Итого

Без решения вышеописанных проблем раздел ГП в Revit невыполним (трудоёмкость слишком высокая).

Решение – написание плагина, для автоматизации задач.

Алгоритм работы в разделе ГП из опыта компании ООО «СТБ-Проект»

Исходные данные

1. Ситуационный план с красными линиями подгружается из Autocad. Один из «крестов» выбирается в качестве базовой точки, куда переносится начало координат.
2. По таблице координат либо по 3Д горизонталям создается топооснова, которая помещается на стадию «существующая».

В файле ГП истинный и условный север совпадают. Абсолютный ноль равен относительному нолю. Посадка объекта по высоте, осуществляется «в координатах», т.е. создается уровень «проектный ноль» к которому и будут привязываться проекты.

Проектирование

3. В проект подгружаются rvt-модели, требующие привязки и посадки на местность Модели передаются координаты.
4. Проектирование окружения осуществляется следующим набором инструментов:
    a. Перекрытия – для площадных элементов: дорог, тротуаров, озеленения, отмостки. Уклоны создаются субэлементами – точками и линиями.
    b. Стены – для подпорных стен. Профиль стен настраивается через редактирование профиля либо вырезанием полостями в контексте (для сложных случаев).
    c. Моделирование в контексте – для бордюров, лотков и т.п. линейных элементов, чьё положение зависит от плоскостей построения. Используются только заранее заготовленные профили и настроенные материалы, т.к. иначе спецификацию потом не получить.
    d. Компоненты модели: ограждения, озеленение, парковка и пр. малые архитектурные формы – в зависимости от потребностей модели.
    e. Дополнительно размещаются т.н. «точки координат» – специальные компоненты модели, которые будут содержать только координаты и собираться в спецификации. Эти же точки с марками в основном и используются вместо стандартных отметок

Разумеется, состав листов, типы перекрытий и стен, а также компоненты и узлы в массе своей заранее созданы и помещены в шаблон. Однако никто не отрицает, что в процессе работы могут потребоваться дополнительные элементы.

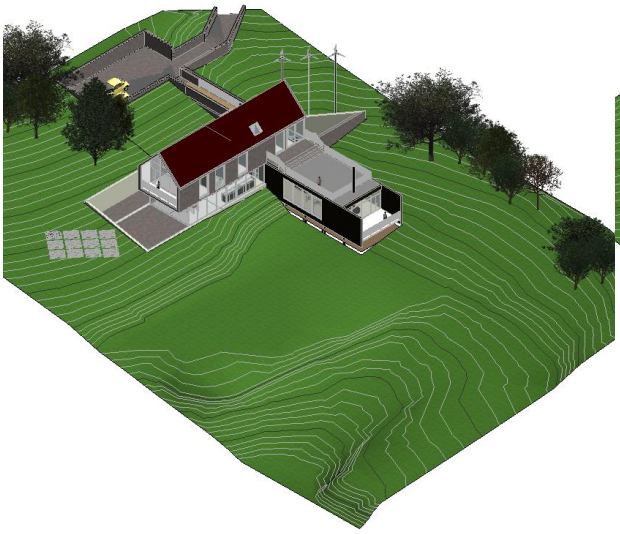
Кроме того, часть объектов из существующего окружения можно разместить в 3Д модели, используя их координаты и соответствующую команду плагина «по координатам».

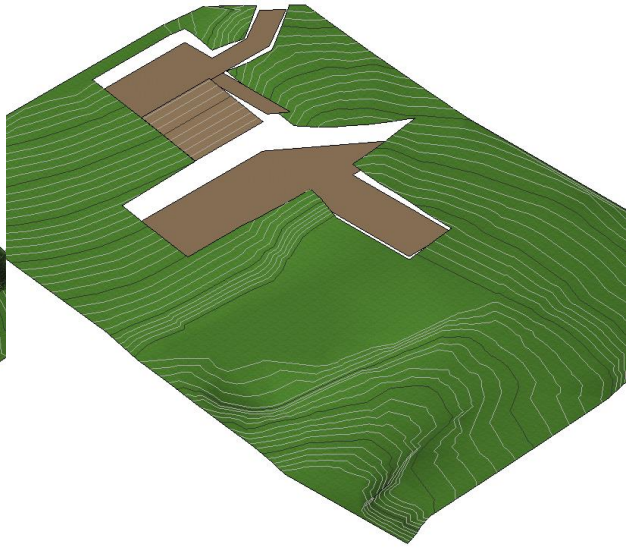
Алгоритм работы в разделе ГП из опыта компании ООО «СТБ-Проект»

Работа плагина

5. Используя команду «обновить координаты», мы записываем координаты в каждый объект. Так мы получаем положение всех объектов для соответствующих спецификаций.
6. Командой «топоповерхность по верху перекрытий» мы получаем топоповерхности, соответствующие каждой из запроектированных поверхностей. Все поверхности помещаются на стадию «существующая»
    a. Перед выполнением команды необходимо добавить «лишних» субэлементов, чтобы участить сетку, т.к. именно эти элементы будут передаваться в топоповерхность. Это особенно актуально для скругленных элементов
    b. После выполнения команды, необходимо обрезать лишние части получившихся поверхностей.

В Revit топоповерхности по умолчанию не могут быть невыпуклыми по контуру, поэтому до нужной формы их приходится доводить инструментом «разделить поверхность». Также приходится вырезать и «острова» внутри поверхностей.





Алгоритм работы в разделе ГП из опыта компании ООО «СТБ-Проект»

Особенности оформления

7. С помощью стандартных инструментов производится 2Д оформление: линий, уклонов, высотных отметок, марок и типовых текстовых аннотаций.
    a. Координаты элементов выводятся только марками
    b. Типовых аннотаций используется достаточно много, поскольку параметризовать, например, количество кустов в группе озеленения попросту нерационально.
    c. Для «фигурных» линий используется последовательность компонентов узла
8. Оформление плоских поверхностей как правило ведется для перекрытий, однако на тех видах, где нужны горизонтали, перекрытиям назначается прозрачность. Ребра субэлементов скрываются все.
    a. Штриховка практически не используется, т.к. она сбивается для наклонных поверхностей и выглядит не красиво
9. План земляных масс (площадь выемки и насыпи) раскрашивается с помощью фильтров по стадиям. Сами же площади, в случае необходимости, вычисляются многоступенчато, поскольку сам Revit площади выемки/насыпи посчитать не может:
    a. Вид экспортируется в pdf
    b. Pdf импортируется в Autocad
    c. В Autocad определяются площади заливки, и данные вручную заполняются в фиктивной (текстовой) спецификации на листе
10. Технико-экономические показатели используют параметры проекта, где вручную вписывается площадь территории в границах участка, а также площадь застройки. Т.к. это величина нормативная, её не следует определять автоматическими построениями
11. Для узлов в основном используются заранее заготовленные 2Д виды и легенды

Алгоритм работы в разделе ГП из опыта компании ООО «СТБ-Проект»

Настройка спецификаций

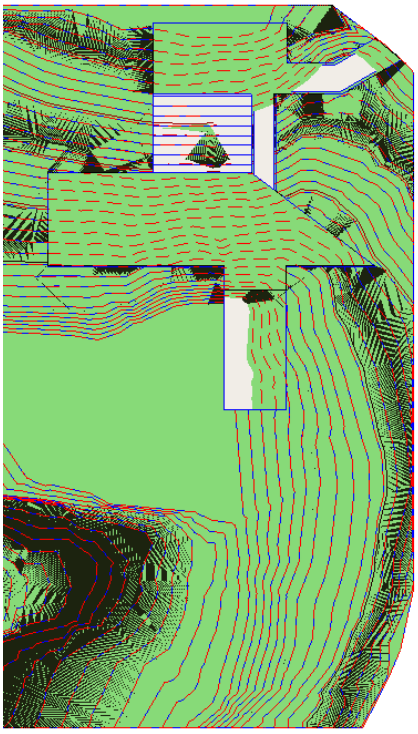
12. Большая часть спецификаций достаточно проста и не требует никакого отдельного оформления и настройки. Легенды и прочие условные отображения можно внедрять в свойства элементов, как «изображение типоразмера», однако в плане быстродействия использование заранее заготовленных легенд и чертежных видов ничуть не хуже, зато гораздо удобнее для пользователей.
13. Ведомость объемов земляных масс – самая сложная спецификация, которую удалось тем не менее собрать в Revit. Она автоматизирует подсчёт объемов по ГОСТ и оформление, однако требует следованию инструкции при заполнении и внимательности, а также глубоких знаний программы в тех случаях, когда что-то надо поправить.
    a. В шаблоне заранее имеются заготовки наименований параметров, которые необходимо заполнить (выбрать из существующего).
    b. В шаблоне в районе начала координат располагаются несколько «фиктивных» топоповерхностей, каждая из которых позволяет добавлять необходимые строчки.

В Revit не хватает возможности ввести невидимые фиктивные объекты. Из-за этого те фиктивные объекты топоповерхностей, которые добавляются, имеют площадь, на которую приходится делать корректировку при подсчете.

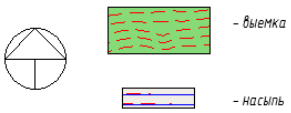
Алгоритм работы в разделе ГП из опыта компании ООО «СТБ-Проект»

Алгоритм работы ведомости подсчета земляных масс кратко

- Задать "***имя***" для ТП. Это единственное действие, которое нужно делать из модели, поскольку нужно ориентироваться в пространстве.
- Согласно имени назначить "***Комментарий***" и "***Тип подсчета земляных масс***".
- В "***STB_Толщина поверхности***" для каждой проектной ТП нужно задать толщину разрабатываемого "корыта" под ТП, заполняемого другим материалом. По сути, это та часть, что уже задана в перекрытиях и замоделирована, но теперь она дублируется в соответствующей ТП, поскольку у нее нет толщины.
- В "***STB_Толщина возмещаемого грунта***" заполняется толщина слоя грунта, который после извлечения из толщины «корыта» заменяется другим грунтом, а не материалом из спецификаций. Это нужно для случаев замены грунта, например, зараженного или демонтируемого покрытия.



Наименование	Насыпь	Выемка
1 Грунт планировки территории	25,37	839,31
2 Вытесненный грунт, в т.ч. от корыт для устройства	0,00	170,67
а) автодоржных покрытий	0,00	118,54
б) участков озеленения	0,00	42,46
в) тротуаров, отмосток, площадок	0,00	9,67
г) подземных частей зданий	0,00	0,00
4 Поправка на уплотнение	1,27	0,00
5 Всего пригодного грунта	26,64	0,00
6 Избыток пригодного грунта	983,35	0,00
7 Всего плодородного грунта, используемого для озеленения территории. (Недостаток. Привезти)	42,46	0,00
а) используемый для озеленения территории	42,46	0,00
б) Недостаток плодородного грунта (привезти)	0,00	42,46
8 Итого перерабатываемого грунта	1052,44	1052,44



Ход расчетов в ячейках пояснен в их заголовках для тех случаев, когда нужно понять почему что-то пошло не так. Все расчеты ведутся в основном с помощью функции процента, когда вычисляется общее значение по всем элементам с добавлением и удалением фиктивной величины.

Алгоритм работы ведомости подсчета земляных масс подробно

Все элементы входящие в спецификацию можно разделить на 2 типа - настоящие (моделируемые топоповерхностями, далее ТП) и фиктивные (маленькие прямоугольники вблизи базовой точки).

Первый тип - реальные ТП - задаются для двух состояний. С помощью них формируются 1 и 2 группы строчек ВОЗМ

Исходное состояние земной поверхности (для простого случая - существующая топография, полученная по ИГИ) получает стадию создания - существующая, стадию сноса - новая конструкция.

Результирующее состояние земной поверхности - все остальные ТП, полученные в результате проектирования, - получает стадию создания - новая конструкция, стадию сноса - нет.

В сложных случаях этапного изменения генплана, принцип такой же, просто этапы и поверхности изменяются последовательно. Главное, чтобы предыдущий этап полностью перекрывал все площади (проекции ТП) следующего этапа.

В этом сложном случае необходимо также в параметре "Стадия" ВОЗМ установить нужную стадию.

Если речь идет не о стадийном изменении генплана, а просто о выделении группы элементов генплана в отдельную ведомость (например, под одну БС из группы), тогда следует пользоваться не Стадиями, а стандартным фильтром по ADSK_Примечание.

Второй тип - фиктивные ТП - нужны для формирования всех прочих строчек. По умолчанию эти элементы созданы на стадии "существующая" и сносятся на последней стадии "Новая конструкция", чтобы на плане с фильтром стадий "монтаж" они потом не появлялись.

Этим элементам не требуется задавать никакие параметры, поскольку все данные в формируемые ими строчки приходят автоматически непосредственно в спецификации через формулы.

Данная ВОЗМ работает при соблюдении последовательности назначении свойств ТП первого типа (реальным).

Сначала нужно задать "имя" для ТП. Это единственное действие, которое нужно делать из модели. Остальные можно делать уже из спецификации.

Затем согласно имени назначить "Комментарий" и "Тип подсчета земляных масс".

Поля в спецификации (по порядку):

Имя
Комментарии
Тип подсчета земляных масс
STB_Толщина поверхности
STB_Толщина возмещаемого грунта
Итого Насыпь
Итого Выемка
РАСЧЕТ НАСЫПИ
Заполнение
параметр NS для общей насыпи
%NS
Реальная насыпь из модели
параметр VZM для вычисления объема во
%VZM
Объем возмещаемого грунта после вытес
Поправка на уплотнение
Всего пригодного грунта насыпи
РАСЧЕТ ВЫЕМКИ
Разрез
параметр VM для общей выемки
%VM
Реальная выемка из модели
Реальное значение объема вытесненного
параметр VYT для вычисления объема вы
%VYT
Объем вытесненного корытами грунта
Всего пригодного грунта выемки
***КОНЕЦ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ РАСЧЕТОВ
Избыток пригодного грунта
Недостаток пригодного грунта
проверочная строка насыпи
проверочная строка выемки
РАСЧЕТ ПРС
параметр OZL грунта типа 2.2 для озелен
%OZL
Всего ПРС по расчету
служебная ячейка Выемка ПРС
избыток ПРС
недостаток ПРС
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ РАСЧЕТЫ
параметр NTP для подсчета количества г
%NTP
Количество исходных ТП
Всего элементов ТП в модели
Площадь поверхности
параметр PTP для общей площади повер
%PTP
ОБЩАЯ ПЛОЩАДЬ ПОВЕРХНОСТИ
ADSK_Незаданный параметр
Код по классификатору
ADSK_Примечание

В "STB_Толщина поверхности" для каждой проектной ТП нужно задать толщину разрабатываемого "корыта" под ТП заполняемого другим материалом. По сути, это та часть, что уже задана в перекрытиях и замоделирована, но теперь она дублируется в соответствующей ТП, поскольку программно у нее нет толщины.

В "STB_Толщина возмещаемого грунта" заполняется толщина слоя грунта, который после извлечения из толщины «корыта» заменяется другим грунтом, а не материалом из спецификаций. Это нужно для случаев замены грунта, например, зараженного.

Алгоритм работы ведомости подсчета земляных масс подробно

Имя столбца	Параметр	Описание
A	Имя	По этому параметру задается сортировка спецификации. Параметр не идёт в результирующую спецификацию, выводимую на лист! Поэтому главное в нём - информативность. Исходной ТП задается «1 Грунт планировки территории» всем остальным «2.1 Грунт при устройстве дорожных покрытий»; «2.2 Грунт при устройстве озеленения территории»; «2.3 Грунт при устройстве тротуаров, отмосток, площадок»; «2.4 Грунт при устройстве подземных частей зданий» и т.д.
B	Комментарии	Параметр идёт в результирующую спецификацию, поэтому текст в нём должен быть такой, какой нужен на листе. Исходной ТП задается "1 Грунт планировки территории" всем остальным "а) автодорожных покрытий" "б) участков озеленения" "в) тротуаров, отмосток, площадок" "г) подземных частей зданий" И т.д.
C	Тип подсчета земляных масс	Параметр используется в спецификации для того, чтобы формулы в спецификации знали как обрабатывать ту или иную строчку. (текстовые параметры для этих целей не подходят). Значение параметра соответствует числу в начале параметра "Имя"
D	STB_Толщина поверхности	Параметр нужен для определения толщины "корыта" заполняемого материалом. По сути, это та часть, что уже задана в перекрытиях и замоделирована, но теперь дублируется в соответствующей топоповерхности. Задается только для ТП с типами 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 и т.п.
E	STB_Толщина возмещаемого грунта	Заполняется толщина слоя грунта, который после извлечения из толщины «корыта» заменяется другим грунтом, а не материалом из спецификаций. Это нужно для случаев замены грунта, например, зараженного.
F	Итог Насыпь	Параметр идёт в результирующую спецификацию, поэтому результат в нём должен быть такой, какой нужен на листе. В ячейку приходят данные по насыпи в зависимости от типа подсчета земляных масс, по которому мы по сути понимаем номер строки.
G	Итог Выемка	Параметр идёт в результирующую спецификацию, поэтому результат в нём должен быть такой, какой нужен на листе. В ячейку приходят данные по насыпи в зависимости от типа подсчета земляных масс, по которому мы по сути понимаем номер строки.

A	B	C	D	E	F	G	H
Задать в модели	Задать в спецификации				Результат		
Имя	Комментарии	Тип подсчета земляных масс	STB_Толщина поверхности	STB_Толщина возмещаемого грунта	Итого Насыпь	Итого Выемка	***РАСЧЕТ НАСЫПИ***
1 Грунт планировки территории	1 Грунт планировки территории	1,00	0	0	42,15	940,22	
2 Вытесненный грунт	2 Вытесненный грунт, в т.ч. от корыт для устройства	2,00	0	0	0,00	38,68	
2.1 Грунт при устройстве дорожных покрытий	а) автодорожных покрытий	2,10	570	0	0,00	31,30	
2.2 Грунт при устройстве озеленения территории	б) участков озеленения	2,20	500	0	0,00	3,26	
2.3 Грунт при устройстве тротуаров, отмосток, площадок	в) тротуаров, отмосток, площадок	2,30	500	0	0,00	4,10	
2.4 Грунт при устройстве подземных частей зданий	г) подземных частей зданий	2,40	0,5	0	0,00	0,02	
3 Возмещаемый грунт	3 возмещаемый грунт от выемки опасного грунта	3,00	0	0	0,00	0,00	
4 Поправка на уплотнение	4 Поправка на уплотнение	4,00	0	0	2,11	0,00	
4.1 Всего пригодного грунта	5 Всего пригодного грунта (Недостаток. Привезти)	4,10	0	0	44,26	0,00	
5 Недостаток или избыток пригодного грунта	6 Всего непригодного грунта (Избыток. Увезти)	5,00	0	0	0,00	978,90	
7 Плодородный грунт всего, в т.ч.	7 Всего плодородного грунта, используемого для озеленен	7,00	0	0	3,26	0,00	
7.1 ПРС используемый для озеленения территории	а) используемый для озеленения территории	7,10	0	0	3,26	0,00	
7.2 недостаток или избыток ПРС	б) Недостаток плодородного грунта (привезти)	7,20	0	0	0,00	3,26	
8 Итого перерабатываемого грунта	8 Итого перерабатываемого грунта	8,00	0	0	982,15	982,15	

H	I	J	K	L	M	N	O
	Реальные значения из разницы ТП	Определяем насыпь из модели			Определяем объем возмещаемой выемки от корыт из площади поверхности и толщины возмещения		
РАСЧЕТ НАСЫПИ	Насыпь	параметр NS для общей насыпи	%NS	Реальная насыпь из модели	параметр VZM для вычисления объема возмещаемого после вытеснения грунта	%VZM	Объем возмещаемого грунта после вытеснения корытами
	0,00	1,00	2%	42,15	1,00	7%	0,00
	0,00	1,00	2%	42,15	1,00	7%	0,00
	4,52	5,52	10%	42,15	1,00	7%	0,00
	14,63	15,63	28%	42,15	1,00	7%	0,00
	22,99	23,99	43%	42,15	1,00	7%	0,00
	0,00	1,00	2%	42,15	1,00	7%	0,00
	0,00	1,00	2%	42,15	1,00	7%	0,00
	0,00	1,00	2%	42,15	1,00	7%	0,00
	0,00	1,00	2%	42,15	1,00	7%	0,00
	0,00	1,00	2%	42,15	1,00	7%	0,00
	0,00	1,00	2%	42,15	1,00	7%	0,00
	0,00	1,00	2%	42,15	1,00	7%	0,00
	0,00	1,00	2%	42,15	1,00	7%	0,00
	0,00	1,00	2%	42,15	1,00	7%	0,00

P	Q	R	S	T	U	V	W
Умножаем на Ку и добавляем объем заменяемого (возвращаемого) грунта			Реальные значения из разницы ТП	Определяем выемку из модели			Реальное значение объема вытесненного грунта
Поправка на уплотнение	Всего пригодного грунта насыпи	***РАСЧЕТ ВЫЕМКИ***	Выемка	параметр VM для общей выемки	%VM	Реальная выемка из модели	
2,11	44,26		0,00	1,00	0%	940,22	0,00
2,11	44,26		0,00	1,00	0%	940,22	0,00
2,11	44,26		823,28	824,28	86%	940,22	31,30
2,11	44,26		103,12	104,12	11%	940,22	3,26
2,11	44,26		13,82	14,82	2%	940,22	4,10
2,11	44,26		0,00	1,00	0%	940,22	0,02
2,11	44,26		0,00	1,00	0%	940,22	0,00
2,11	44,26		0,00	1,00	0%	940,22	0,00
2,11	44,26		0,00	1,00	0%	940,22	0,00
2,11	44,26		0,00	1,00	0%	940,22	0,00
2,11	44,26		0,00	1,00	0%	940,22	0,00
2,11	44,26		0,00	1,00	0%	940,22	0,00
2,11	44,26		0,00	1,00	0%	940,22	0,00
2,11	44,26		0,00	1,00	0%	940,22	0,00
2,11	44,26		0,00	1,00	0%	940,22	0,00

W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
Реальное значение объема вытесненного грунта	Определяем объем выемки от корыт из площади поверхности и толщины корыта			Всего пригодного грунта выемки	***КОНЕЦ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ РАСЧЕТОВ***	Из разницы выемки и насыпи определяем избыток у нас или недостаток	
	параметр VYT для вычисления объема вытесненного грунта	%VYT	Объем вытесненного корытами грунта			Избыток пригодного грунта	Недостаток пригодного грунта
0,00	1,00	2%	38,68	978,90		934,64	0,00
0,00	1,00	2%	38,68	978,90		934,64	0,00
31,30	32,30	61%	38,68	978,90		934,64	0,00
3,26	4,26	8%	38,68	978,90		934,64	0,00
4,10	5,10	10%	38,68	978,90		934,64	0,00
0,02	1,02	2%	38,68	978,90		934,64	0,00
0,00	1,00	2%	38,68	978,90		934,64	0,00
0,00	1,00	2%	38,68	978,90		934,64	0,00
0,00	1,00	2%	38,68	978,90		934,64	0,00
0,00	1,00	2%	38,68	978,90		934,64	0,00
0,00	1,00	2%	38,68	978,90		934,64	0,00
0,00	1,00	2%	38,68	978,90		934,64	0,00
0,00	1,00	2%	38,68	978,90		934,64	0,00
0,00	1,00	2%	38,68	978,90		934,64	0,00

AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL
							Из расчетного ПРС определяем
проверочная строка насыпи	проверочная строка выемки	***РАСЧЕТ ПРС***	параметр OZL грунта типа 2.2 для озеленения	%OZL	Всего ПРС по расчету	*служебная ячейка* Выемка ПРС	избыток ПРС
982,15	982,15		1,00	6%	3,26	0,00	0,00
982,15	982,15		1,00	6%	3,26	0,00	0,00
982,15	982,15		1,00	6%	3,26	0,00	0,00
982,15	982,15		4,26	25%	3,26	0,00	0,00
982,15	982,15		1,00	6%	3,26	0,00	0,00
982,15	982,15		1,00	6%	3,26	0,00	0,00
982,15	982,15		1,00	6%	3,26	0,00	0,00
982,15	982,15		1,00	6%	3,26	0,00	0,00
982,15	982,15		1,00	6%	3,26	0,00	0,00
982,15	982,15		1,00	6%	3,26	0,00	0,00
982,15	982,15		1,00	6%	3,26	0,00	0,00
982,15	982,15		1,00	6%	3,26	0,00	0,00
982,15	982,15		1,00	6%	3,26	0,00	0,00

AL	AM	AN	AO	AP	AQ
Из расчетного ПРС определяем избыток у нас или недостаток			Определяем количество ТП в ведомости, чтобы добавлять фиктивные значения объемов		
избыток ПРС	недостаток ПРС	***ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ РАСЧЕТЫ***	параметр NTP для подсчета количества проектных ТП	%NTP	Количество исходных ТП - определяется как сумма всех ТП с типом 1
0,00	3,26		1	0%	1
0,00	3,26		1000	8%	1
0,00	3,26		1000	8%	1
0,00	3,26		1000	8%	1
0,00	3,26		1000	8%	1
0,00	3,26		1000	8%	1
0,00	3,26		1000	8%	1
0,00	3,26		1000	8%	1
0,00	3,26		1000	8%	1
0,00	3,26		1000	8%	1
0,00	3,26		1000	8%	1
0,00	3,26		1000	8%	1
0,00	3,26		1000	8%	1

AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY
чтобы добавлять фиктивные значения объемов		Берем реальные площади для проектных топоповерхностей и через доп па						
Количество исходных ТП - определяется как сумма всех ТП с типом 1	Всего элементов ТП в модели	Площадь поверхности	параметр PTP для общей площади	%PTP	ОБЩАЯ ПЛОЩАДЬ ПОВЕРХНОСТИ	ADSK_Незаданный па	Код по классификато	ADSK_Примечание
1	14	0,01	1,00	1%	104,11	☑		проект
1	14	0,01	1,00	1%	104,11	☑		проект
1	14	54,92	55,92	47%	104,11	☑		проект
1	14	6,52	7,52	6%	104,11	☑		проект
1	14	8,20	9,20	8%	104,11	☑		проект
1	14	34,48	35,48	30%	104,11	☑		проект
1	14	0,01	1,00	1%	104,11	☑		проект
1	14	0,01	1,00	1%	104,11	☑		проект
1	14	0,01	1,00	1%	104,11	☑		проект
1	14	0,01	1,00	1%	104,11	☑		проект
1	14	0,01	1,00	1%	104,11	☑		проект
1	14	0,01	1,00	1%	104,11	☑		проект
1	14	0,01	1,00	1%	104,11	☑		проект
1	14	0,01	1,00	1%	104,11	☑		проект