

КАРТОГРАММА ПЛАНА ЗЕМЛЯНЫХ МАСС С ВЫЧИСЛЕНИЕМ ОБЪЕМОВ И ПЛОЩАДЕЙ ВЫЕМКИ-НАСЫПИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ГЕНЕРАЛЬНЫХ ПЛАНОВ В AUTODESK CIVIL 3D

Гурьева Юлиана Александровна

кандидат технических наук, доцент.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»

ORCID 0000-0002-5814-423X

Россия, Санкт-Петербург, e-mail: Yual2017@mail.ru

Долганова Ольга Игоревна

ассистент.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»

ORCID 0000-0002-3869-4867

Россия, Санкт-Петербург, e-mail: Dolganova.personal@gmail.com

УДК: 622.014 : 711.4-16 : 004 : 004.94 : 004.92

DOI: 10.47055/1990-4126-2022-1(77)-14

Аннотация

В статье проведен анализ возможностей использования различных версий программы Autodesk Civil 3D, а также приложений, надстроек и утилит для расчета картограммы плана земляных масс с вычислением объемов и площадей выемки-насыпи для решения генеральных планов и оформления проектной документации по этому разделу в соответствии с нормативными документами, действующими на территории РФ. Описаны проблемы и сложности, возникающие при работе с рассмотренными инструментами Civil 3D, надстройками, приложениями и утилитами, а также пути их решения, в том числе и при оформлении полученных результатов.

Проведен сравнительный анализ расчета картограммы плана земляных масс для выбранной поверхности разными способами (инструменты Civil 3D, приложения, надстройки, утилиты), а также ручным (полуручным) способом по методике ГОСТ 21.508-2020. Полученные результаты сведены в итоговую таблицу, в соответствии с которой сделаны выводы о точности использованных методов.

Также представлена таблица сравнения использованных в расчетах инструментов по доступности в интернете, местонахождению в Civil 3D, доступности интерфейса и понятности (интуитивности) использования, соответствию требованиям стандартов РФ выводимой информации и ее оформления, а также по возможностям поддержки со стороны разработчиков и обновлениям используемых инструментов, приложений, надстроек, утилит.

Ключевые слова:

генеральный план, строительный генеральный план, картограмма плана земляных масс, вычисление объемов и площадей выемки-насыпи, Autodesk Civil 3D

EARTHWORK PLAN WITH CAT-AND-FILL VOLUME AND AREA CALCULATIONS FOR MASTER PLANNING IN AUTODESK CIVIL 3D

Guryeva Yuliana A.

PhD of Sci. Tech, Associate Professor.
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
ORCID 0000-0002-5814-423X
Russia, St. Petersburg, e-mail: Yual2017@mail.ru

Dolganova Olga I.

Assistant Professor,
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
ORCID 0000-0002-3869-4867
Russia, St. Petersburg, e-mail: Dolganova.personal@gmail.com

УДК: 622.014 : 711.4-16 : 004 : 004.94 : 004.92
DOI: 10.47055/1990-4126-2022-1(77)-14

Abstract

The article reviews the possibilities of using various versions of Autodesk Civil 3D to develop earthwork plans with cut/fill volume and area calculations for master planning and development of related documentation in accordance with the regulatory documents in force in the Russian Federation. Difficulties and problems in the application of Civil 3D tools, add-ons and utilities and ways to resolve them are considered. Comparison is made between earthwork plans for a given surface calculated by different techniques (Civil 3D tools, applications, add-ons, utilities) and manually (semi-manually) according to the state standard GOST 21.508-2020. The results are summarized in a table suggesting conclusions concerning the accuracy of the methods used. Another table compares the tools used in the calculations by availability on the Internet, location in Civil 3D, accessibility and usability (intuitiveness) of the interface, compliance of output information and its design with the requirements of the Russian Federation standards, as well as by technical support availability and updating of the tools, applications, add-ons, and utilities.

Keywords:

master plan, construction master plan, earthworks plan, cut/fill volume and area calculation, Autodesk Civil 3D

Введение

Раздел «Генеральный план» объекта является одним из наиболее насыщенных и сложных при разработке проекта. Он включает и чертежи генерального плана, ведомости потребностей в материалах, ведомости объемов работ, планы организации рельефа, земляных масс, инженерных сетей и благоустройства, содержит и многую другую информацию.

При разработке разделов генерального плана должны выполняться требования, предъявляемые действующими нормативными документами ко всем его элементам¹⁻⁴.

Актуальность темы исследования

При работе с поверхностями в Autodesk Civil 3D необходимо производить расчеты земляных масс, их перемещений, вычислять объемы. Авторами этой статьи был проведен анализ достаточного большого количества работ по рассматриваемой теме [1–83], по результатам которого был выявлен ряд проблем, возникающих при работе в программе Civil 3D. Авторы статьи в процессе проектирования и работы в этой программе выявили те же проблемы и сложности, а также и другие, не рассмотренные в источниках. Разбору некоторых из этих проблем и посвящена предлагаемая статья. Другие выявленные сложности будут рассмотрены авторами в следующих работах.

В процессе работы над картограммой в Civil 3D регулярно появляются острые и многогранные проблемы [1-3, 6-22, 24-28, 30-83], в том числе включающие вопросы скорости и эффективности выполнения работ, а также соответствия документации действующим нормативным документам РФ.

Цель исследования – выявление наиболее эффективного способа вычисления земляных масс с использованием Autodesk Civil 3D, анализ и сравнение результатов расчетов земляных масс разными способами, в том числе и с использованием разных методов, представленных в программе Autodesk Civil 3D, при построении картограммы.

Методика

Выбрана поверхность и несколько различных способов вычисления объёмов земляных масс, в том числе и с использованием разных методов, представленных в программе Autodesk Civil 3D, на которых ставились эксперименты для решения возникающих проблем при непосредственной работе с ними.

Исследования

1. Особенности применения (возможности и ограничения) стандартных инструментов Civil 3D для работы с земляными массами

План земляных масс формируется для подсчета объема земляных работ по плану организации рельефа (вертикальной планировки). В соответствии с нормативными документами РФ¹⁻⁴ площадь участка разбивается на квадраты со сторонами, равными 20 м (10 м). Квадраты вписывают в строительную геодезическую сетку.

План земляных масс является одним из листов основного комплекта рабочих чертежей¹⁻⁴ [28].

Проблемы: процесс выполнения чертежа плана земляных масс со всеми необходимыми ведомостями в программе Autocad стандартными инструментами является достаточно трудоемким – ручным или полуручным черчением в основном с выполнением необходимых подсчетов вручную. С внедрением в работу специализированной программы Civil 3D произошла практически полная автоматизация создания чертежа, появилась не только возможность вариативности его выполнения, но и был устранен ряд проблем и ограничений. Однако полной автоматизации процесса создания проектной документации с использованием только стандартных инструментов Civil 3D пока добиться так и не удалось.

2. Обзор возможностей разных версий Autodesk Civil 3D

Начиная с 2016 г. версия стандартный функционал позволяет создавать план земляных работ через вкладку **Анализ**. Инструменты вкладки достаточно понятны в использовании, что также подтверждают многие специалисты [4, 5, 23, 29, 30, 70]. С **2016 версии** появляется новая

настройка **Алгоритмы расчетов**: «метод точности», «метод треугольной призмы» и «метод прямоугольной призмы» – это утилита картограммы *Cartogramma Utility 2016* из пакета адаптации *до версии 2018* (рис. 1).

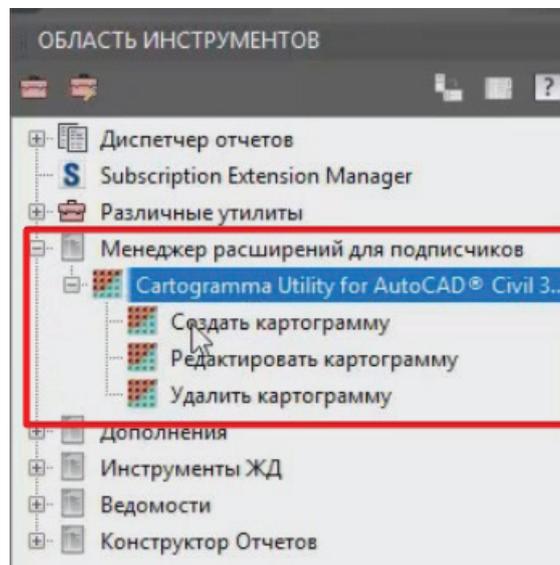


Рис. 1. Утилита картограммы *Cartogramma Utility 2016* из пакета адаптации Civil 3D для России

Доступна эта утилита только по подписке *SubscriptionExtensionManager*. При этом требуются обе поверхности (красная и черная) для вычисления, а также граница картограммы и начальная точка расчета. При этом уже тогда начинают использоваться разные методы расчетов, такие как триангуляция, который считается наиболее точным, и метод квадратов, который может приводить к результатам, отличающимся до 20% по точности в зависимости от величины площадки.

Начиная с *версии 2019* включительно стандартные утилиты картограммы, которые рассмотрены выше, отсутствуют, при этом остается возможность формировать картограмму вручную.

В *версии Civil 2022* этот функционал работает значительно корректнее (см. п. 3.4).

Проблемы: Указанными способами картограмма успешно будет рассчитана и построена, но ее оформление по умолчанию производится не по требованиям действующих нормативных документов¹⁻⁴. Здесь придется использовать доработку вручную для соответствия требованиям Российских стандартов. Эта процедура не так сложна, но занимает значительное время. Также для выполнения задачи необходимо указывать границу земляных работ, что часто представляет собой дополнительные действия по извлечению ее из поверхностей. На наш взгляд, этот процесс по оформлению лучше автоматизировать, используя способы, описанные ниже.

3. Постановка задачи

Autodesk Civil 3D на данный момент позволяет достаточно быстро рассчитать объемы и площади выемки и насыпи земляных масс следующими автоматическими способами (стандартными инструментами и дополнительно устанавливаемыми утилитами):

3.1. Пульт управления объемами.

3.2. Создание картограммы при помощи стандартного встроенного модуля Autodesk Civil 3D.

3.3. Утилита от BearDyugin для версий Autodesk Civil 3D 2019 и выше.

3.4. Картограмма версии 2021-2022. Утилита из пакета адаптации для России Autodesk Civil 3D 2022.

Существуют и другие способы расчета картограмм [34, 73, 74]. В работе рассмотрены самые популярные и современные методы на момент последнего обновления Autodesk Civil 3D (на ноябрь 2021).

Для анализа полученных результатов картограмма также была посчитана ручным способом по методике, представленной в ГОСТ 21.508-2020⁴ (см. п. 3.5).

Результаты расчетов представлены в табл. 1, произведен анализ полученных результатов (см. п. 4).

3.1. Пульт управления объемами

Описание: Инструмент **Пульт управления объемами** находится во вкладке **Анализ** (рис. 2). Создается дополнительная TIN-поверхность для вычисления объемов на основе разности двух данных – существующей исходной поверхности и изменяемой красной (проектной) поверхности.

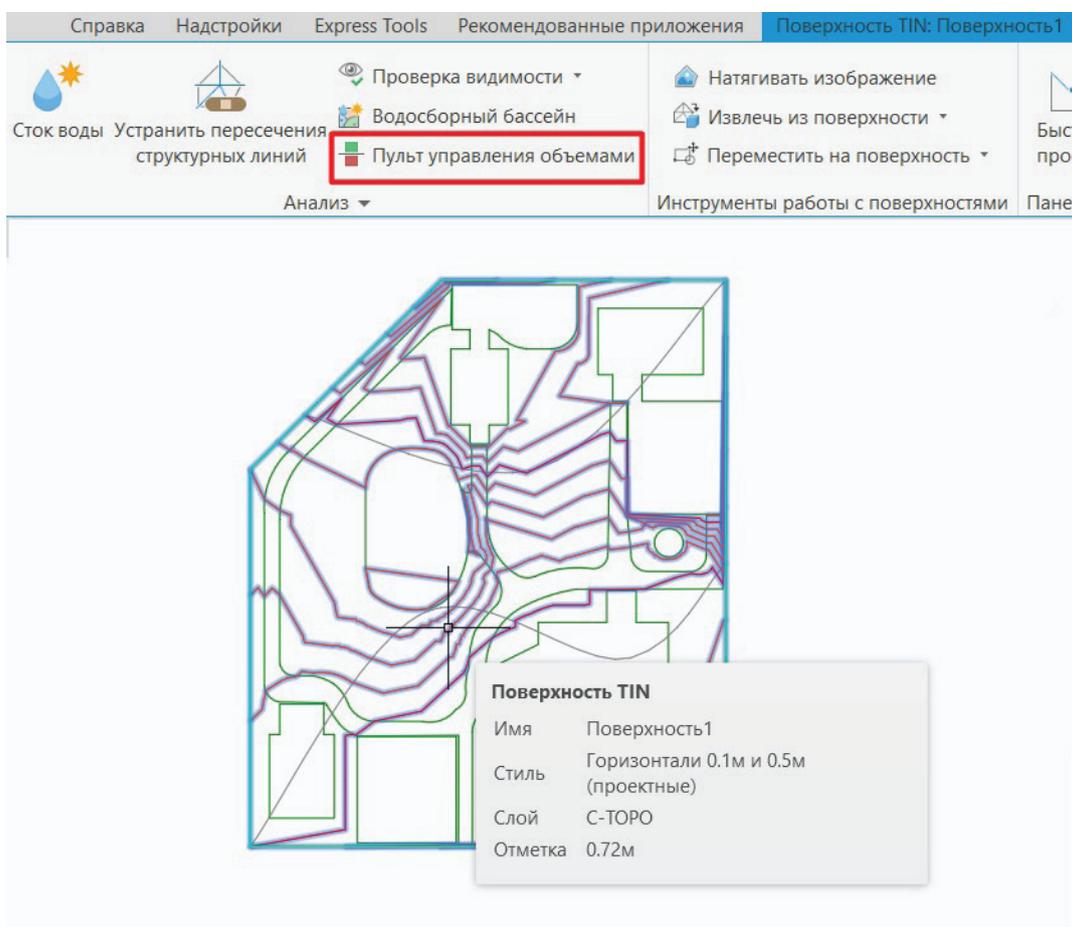


Рис. 2. Инструмент **Пульт управления объемами** в Autodesk Civil 3D для анализа поверхности. При выделении курсором требуемой поверхности открывается стандартная для объектов Civil 3D панель редактирования с названием и идентификацией данного объекта, на которой можно найти инструменты анализа поверхности, в том числе **Пульт управления объемами**

Данные выводятся через дополнительное окно (рис. 3). Инструмент позволяет вычислять скорректированный объем насыпи или выемки как разность этих двух значений в большую сторону изменений – выемка или насыпь, что достаточно удобно для быстрого просмотра, так как не нужно производить дополнительных самостоятельных вычислений вне программы. Для чистоты исследования и сравнения с другими методами коэффициенты насыпи и выемки были приняты равными 1,00.

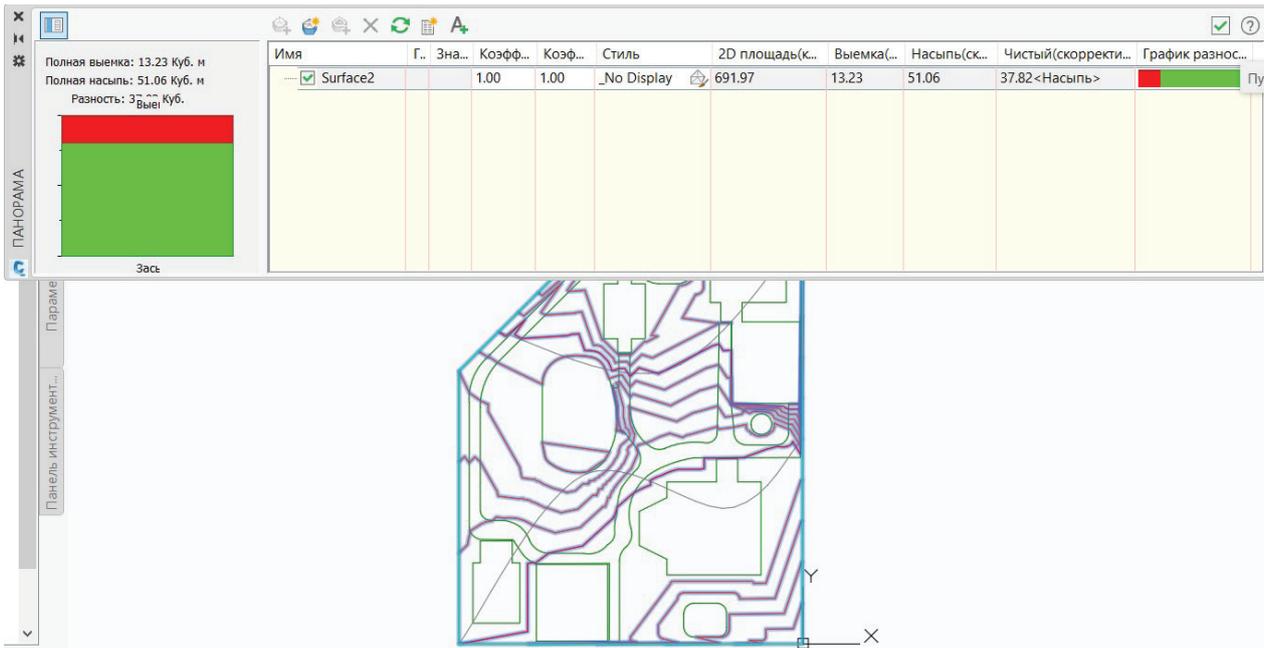


Рис. 3. Итоговые результаты расчётов объемов при использовании инструмента **Пульт управления объемами** в Autodesk Civil 3D. В полученной таблице показаны числовые данные выемки и насыпи, а также графическая разность в виде гистограммы этих двух значений

Проблемы: В Autodesk Autocad Civil 3D инструмент **Пульт управления объемами** очень удобен и прост, но итоговый вывод информации имеет вид, не соответствующий действующим нормативным документам РФ¹⁻⁴. На данный момент имеется возможность выведения результатов через браузер с дальнейшим экспортом в MS Excel из Autodesk Civil 3D (рис. 4).

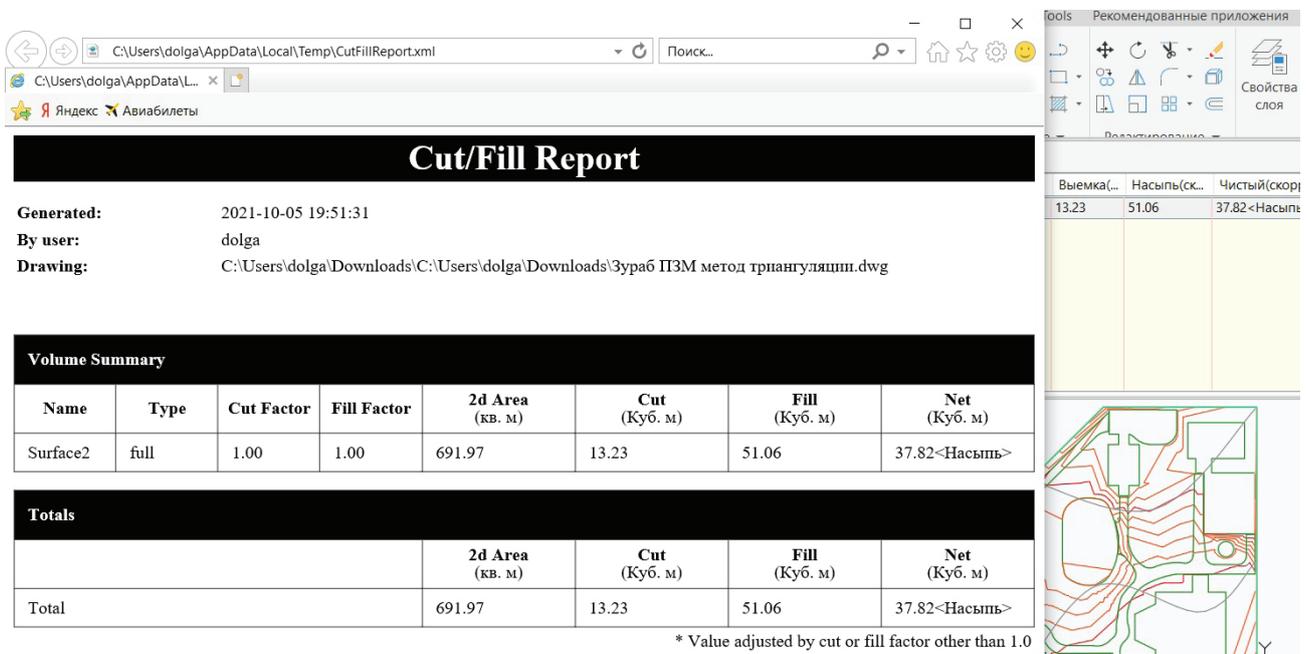


Рис. 4. Выведение результатов через браузер с дальнейшим экспортом в Excel из Autodesk Civil 3D

Также существует и другой вариант экспорта данных: графически в поле модели чертежа, далее на лист (рис. 5). При этом не выводится информация по итоговым площадям поверхности – выемки/насыпи.



Сводка по выемке/насыпи

Имя	Коэффициент выемки	Коэффициент насыпи	2D площадь	Выемка	Насыпь	Разность
Surface2	1.00	1.00	691.97кв. м	13.23 Куб. м	51.06 Куб. м	37.82 Куб. м<Насыпь>
Итого			691.97кв. м	13.23 Куб. м	51.06 Куб. м	37.82 Куб. м<Насыпь>

Рис. 5. Выведение результатов графически в модель, а далее на лист в Autodesk Civil 3D

Решения: Как показывают выполненные авторами исследования, рассмотренный вариант расчетов подходит для быстрых (моментальных) предварительных вычислений, и эти данные, как показала сводная сравнительная таблица (п. 4) достаточно точны (табл. 1).

ИТОГИ вычисления:

Площадь поверхности 691,97 м²

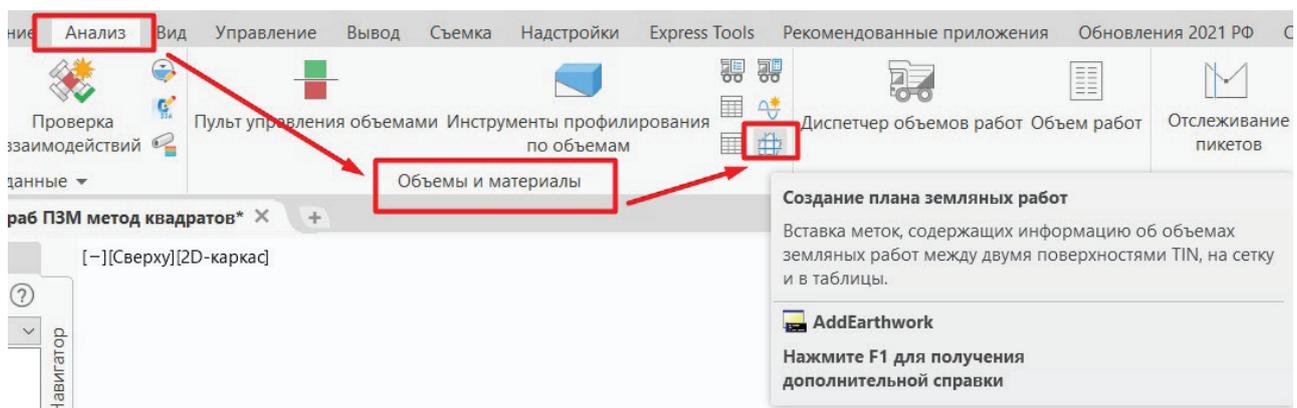
Выемка 13,23 м³

Насыпь 51,06 м³

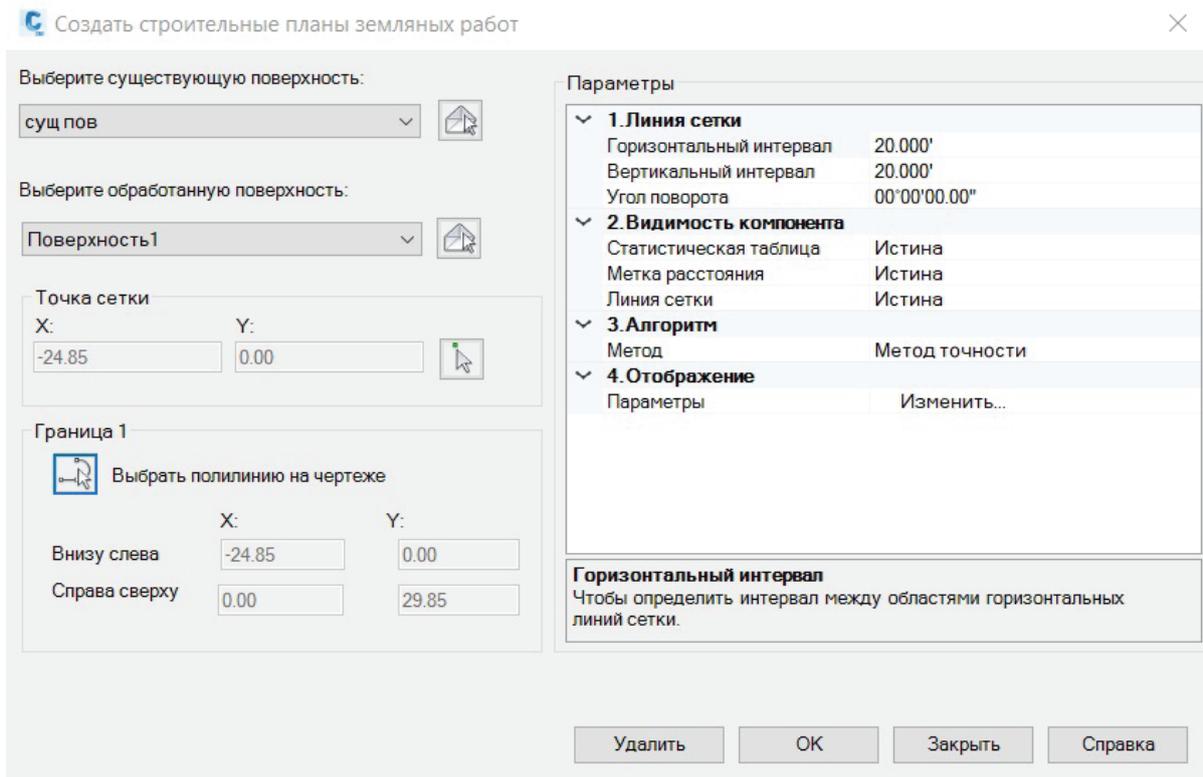
Разница 37,83 м³ (насыпь)

3.2. Создание картограммы при помощи стандартного встроенного модуля Autodesk Civil 3D

Описание: Начиная с 2017 версии Autodesk Civil 3D появляется собственный модуль по расчету картограммы. Он представлен на вкладке **Анализ** в панели **Объемы и материалы** (рис. 6).

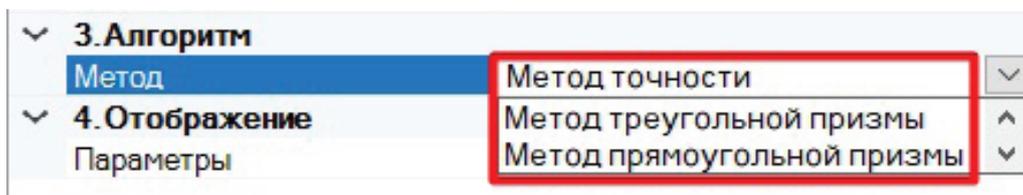
Рис. 6. Инструмент **Создание плана земляных работ** на панели **Объемы и материалы** вкладки **Анализ**

В результате появляется диалоговое окно **Создать строительные планы земляных работ** (рис. 7).

Рис. 7. Диалоговое окно **Создать строительные планы земляных работ**

Дополнительная панель создания картограммы называется **Панель создания строительных планов земляных работ**. В качестве исходных данных также используются две поверхности: исходная (черная) и проектная (красная), а также координаты начала сетки и граница объемов работ (рис. 7).

В алгоритме расчетов используются **Метод треугольной призмы** и **Метод прямоугольной призмы** (рис. 8). Точность методов отличается приблизительно на 20%.

Рис. 8. Методы, используемые в Civil 3D для вычисления объемов земляных работ: **Метод треугольной призмы** и **Метод прямоугольной призмы**

Проблемы: Графический вывод информации вызывает много вопросов (рис. 9, 10). При этом оформление придется дорабатывать дополнительно: не читаются значения данных, не очевиден результат выемки-насыпи. Также присутствует некорректный перевод понятных значений «выемка» и «насыпь» и еще один небольшой недостаток – необходимо указывать границу расчетов объемов работ, для чего нужно дополнительно извлекать и преобразовывать границы поверхностей из 3D-линии в 2D-линии. Также не приводится линия нулевых работ и отсутствует штриховка выемки.

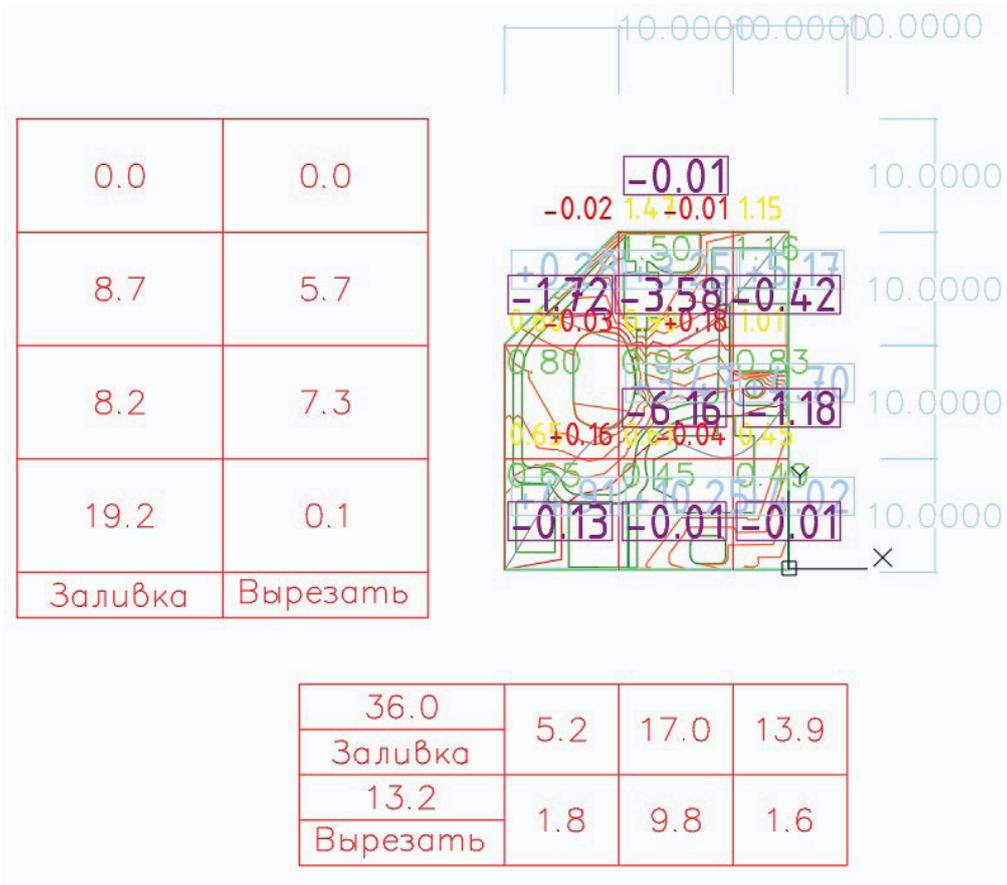


Рис. 9. Результаты расчетов в Civil 3D с использованием **Метода прямоугольной призмы**

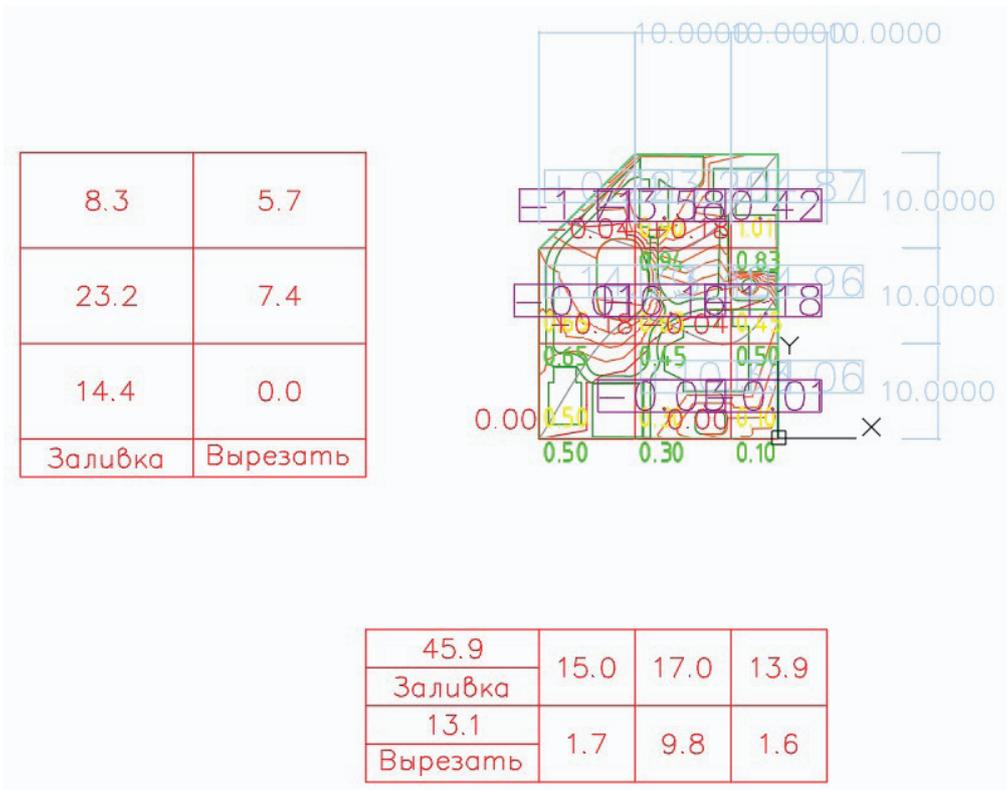


Рис. 10. Результаты расчетов в Civil 3D с использованием **Метода треугольной призмы**

Решения: Итоговую разницу по выемке-насыпи придется добавлять вручную, потратив время чтобы разобраться с некорректным переводом, однако это возможно. Для этого необходимо привести картограмму к виду, соответствующему стандартам РФ¹⁻⁴. При этом дополнительно будет потрачено некоторое количество времени, особенно, если корректировке подлежат большие площади для вычисления, но работа будет осуществляться в полуавтоматическом режиме, что намного быстрее, чем считать вручную, тем более, что все значения разбиты по цветам, что немного упрощает задачу. Для внесения корректировок по значениям или для удаления элементов оформления нужно вновь использовать инструмент **Создание плана земляных работ** (рис. 6, 7), который работает очень быстро и корректно.

Описанный алгоритм подходит для версий Autodesk Civil 3D 2017 и 2018. Начиная с Autodesk Civil 3D 2019 появляются более корректные способы вывода информации.

3.3. Утилита от BearDyugin для версий 2019 и выше

Описание: Для устранения недостатков, описанных выше, для версий 2019 и позднее можно использовать внешние приложения. Например, через Autodesk App Store (рис. 11) по поиску «картограмма» можно найти утилиту разработчика BearDyugin.

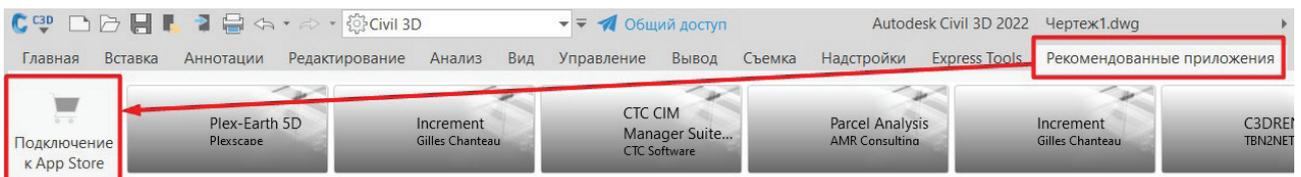


Рис. 11. Кнопка **Подключение к App Store**

Проблемы: основной ее недостаток – является платной, на данный момент стоимость 500 руб. для физических лиц и 1000 руб. для юридических, однако пользование не ограничено сроком, только если не потребуются новые обновления. При смене компьютера, на который установлен Autodesk Civil 3D, продукт также необходимо приобрести заново.

Имеется пробная версия на один месяц.

Утилита отображается во вкладке **Настройки** (рис. 12). Функционал данного приложения значительно расширяет стандартные возможности программы.

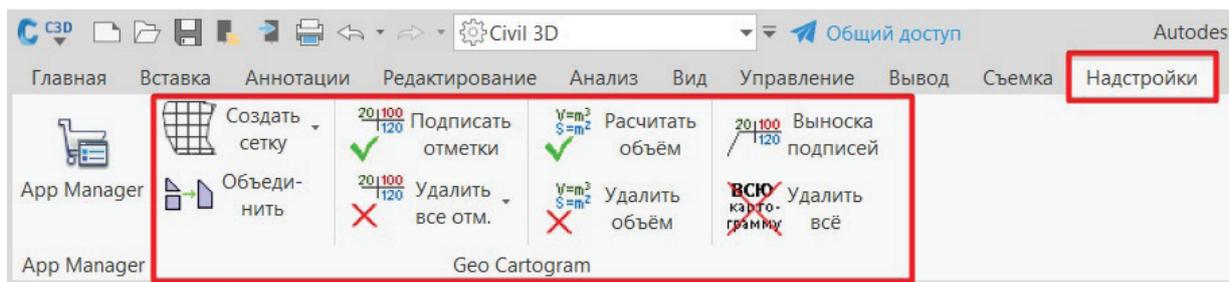


Рис. 12. Утилита **Картограмма земляных масс** на вкладке **Настройки** в Civil 3D

Решение: Утилита является интуитивно понятной, удобной и легкой в использовании даже с первого применения. Одно из ключевых отличий при работе с объектами – сетка для картограммы создается как для площадных объектов, так и вдоль трасс. При этом пользователь может настраивать дополнительные углы поворота картограммы относительно разных систем координат, что отлично применимо для линейно-протяженных участков.

Оформление производится в соответствии с нормативами¹⁻⁴, однако данные по самой картограмме и таблица масштабируются по-разному. Имеется довольно удобный вывод площадей выемки и насыпи, а также линия нулевых работ и штриховка необходимых участков для наглядности (рис. 13, 14).



Рис. 13. Вычисление объемов с помощью **Метода квадратов** при использовании утилиты **Картограмма земляных масс (BearDyugin)**

Утилита **Картограмма земляных масс** на сегодняшний день представляет собой один из самых точных способов построения сетки методом квадратов, который имитирует ручной расчет с последующим вычислением данных картограммы выемки–насыпи с учетом нормативных документов, действующих на территории РФ¹⁻⁴ (рис. 13). Однако метод триангуляции все же точнее (рис. 14, 17). Сама утилита имеет подробное описание как в Autodesk App Store, так и дополнительно там же по ссылкам, а также максимально быструю и адекватную поддержку по всем вопросам, от покупки и установки до разъяснений пользования этой утилитой.

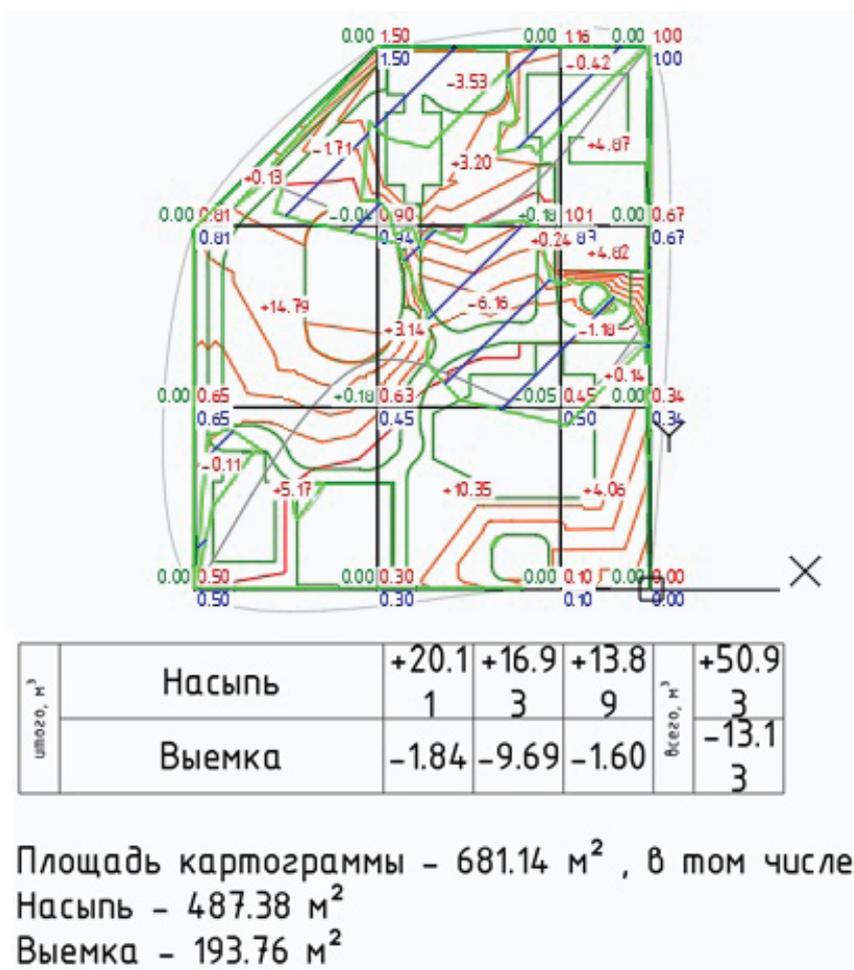


Рис. 14. Вычисление объемов с помощью Метода триангуляции при использовании утилиты Картограмма земляных масс (BearDyugin)

3.4. Картограмма версии 2021-2022. Утилита из пакета адаптации для России Autodesk Civil 3D 2022

Описание: компания Autodesk активно и всесторонне осуществляет поддержку пользователей через свой сайт, а также сторонние сообщества и специальные мероприятия по всему миру. На их сайте, например, можно найти специальные бесплатные пакеты адаптации пользовательских программ, которые формируются обычными локальными разработчиками для конкретных нужд на территории их страны. Можно зайти на сайт и ввести в поисковой строке «пакеты адаптации для России» и найти ссылку на страницу, где можно этот пакет адаптации скачать, а также посмотреть описание. Пакеты адаптации доступны для версий 2022 и ниже (на момент подачи статьи – декабрь 2021). Можно устанавливать пакеты версий ниже, чем версия самой программы. Обычно в них содержится меньше ошибок и недочетов, чем во вновь появившихся. Однако у последних версий тоже есть свои преимущества, которые будут приведены ниже (достаточно подробный и адаптированный код под нормативные базы РФ). Пакет адаптации после установки появляется в одноименной вкладке в ленте программы (рис. 15), либо на инструментальной палитре, вызвать которую можно через Ctrl+3. У пакета адаптации много задач, но в данном исследовании представлен расчет, вывод данных и оформление картограммы.

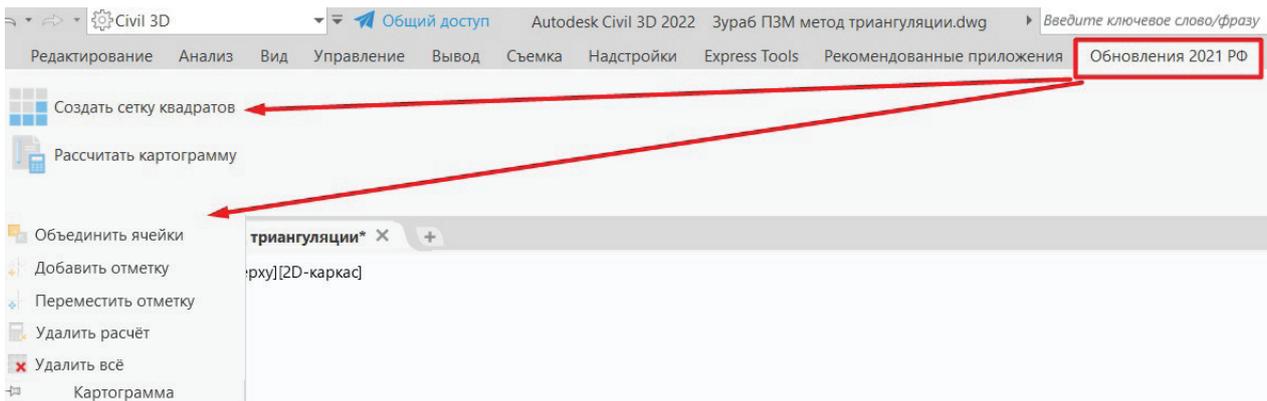


Рис. 15. Местонахождение обновления 2021

Проблемы: Типичные ошибки с внешней границей и базовой точкой, ошибки на программном уровне.

Решения: Расчет также производится методом квадратов и методом триангуляции (рис. 16 и 17). Все настройки предельно понятны. Наружные границы определяются автоматически. Удаление данных тоже происходит моментально путем нажатия на кнопку **Удалить все**. Также имеется возможность перемещать и добавлять метки, объединять ячейки, присутствуют цветовые обозначения для объединенных ячеек, учет внутренних границ, дуговые участки расчета картограммы и т.д.

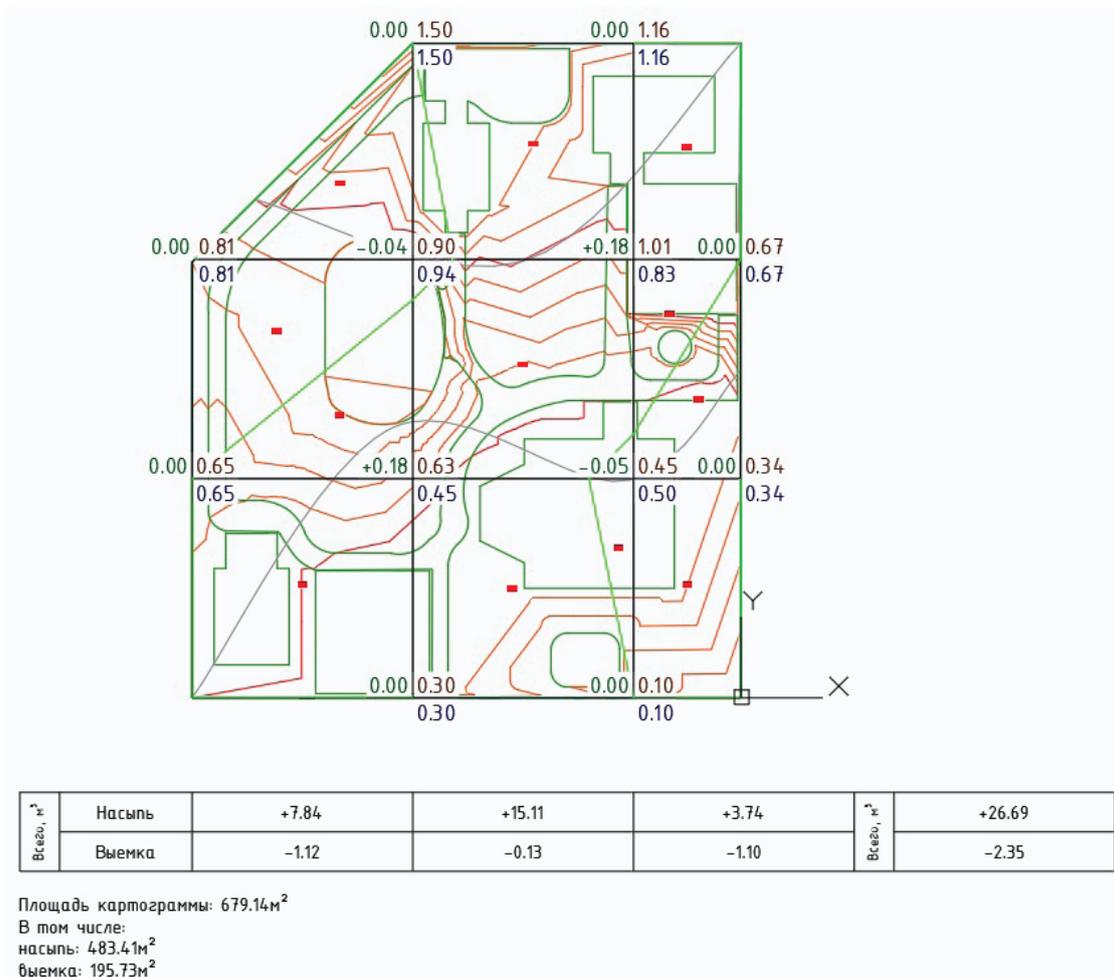


Рис. 16. Расчет картограммы методом квадратов

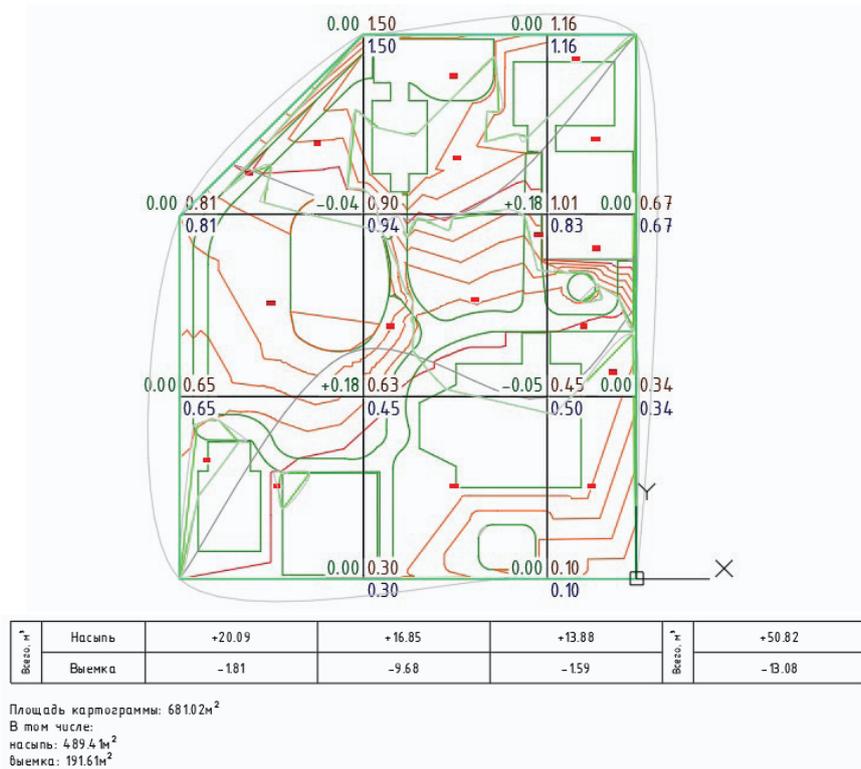


Рис. 17. Расчет картограммы методом триангуляции

3.5. Ручной (полуручной) способ вычисления картограммы

Описание: Подсчет картограммы производится методом квадратов. Порядок работ подразумевает необходимость сначала начертить сетку, образмерить ее, определить и проставить отметки на узлах сетки (красные и черные), посчитать разницу этих отметок, высчитать объем каждой ячейки сетки, определить линию нулевых работ, заштриховать выемку по нормативным требованиям⁴, свести данные в итоговую таблицу «выемка-насыпь», определить площади выемки и насыпи на территории (рис. 18).

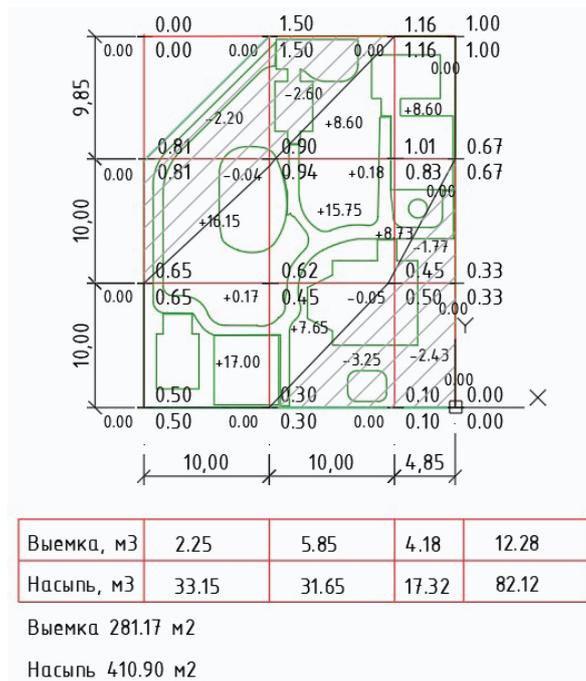


Рис. 18. Результаты расчета картограммы ручным (полуручным) способом по методике, представленной в ГОСТ 21.508-2020⁴

Проблемы: Выполнение картограммы плана земляных масс вручную занимает достаточно большое количество времени по сравнению с предыдущими способами. Вероятность человеческой ошибки тоже достаточно велика. При каких-либо изменениях генерального плана придется пересчитывать картограмму, что займет тоже достаточно много времени. Метод квадратов не такой точный, как метод треугольников.

Решения: В отличие от механического способа есть возможность «пройтись» вручную, в том числе и визуально по всему участку, и возможно выявить какие-либо ошибки. Возможность сделать данный чертеж вне зависимости от наличия специализированных программ и дополнительных утилит.

4. Результаты исследований

Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Справка: Метод призм (треугольников) точнее, но не проверяется вручную. Метод квадратов более грубый, так как не учитывает всех особенностей рельефа, а использует только отметки в узлах сетки, но он легко может быть проверен любым экспертом. Максимально учесть все детали рельефа, например, проектные откосы можно в модуле **Geo_Cartogram**, в котором присутствует отдельная кнопка выбора характерных линий.

Во многих утилитах есть возможность отдельно добавлять подпорные стенки, включать и исключать линии и участки, которые участвуют, либо, наоборот, не участвуют в расчете земляных масс, что позволяет достичь еще большей точности.

Итоговая сравнительная таблица способов расчета картограммы земляных масс (см. табл. 1) показала, в первую очередь, что все способы рассчитывают примерно одинаковый объем по картограмме. Использование метода квадратов и метода призм приводят к результатам, которые отличаются, что говорит о точности вычисления с разницей до 20% в зависимости от рассчитываемого объекта. Также по результатам вычислений можно сделать вывод, что примерно такая же разница получается при расчете этими методами при использовании разных инструментов, утилит, модулей и приложений (Пульт управления объемами; Картограмма стандартного встроенного модуля Civil 3D; Картограмма земляных масс от BearDyugin; Картограмма земляных масс из пакета адаптации 2022). Также в табл. 1 можно сравнить данные по площади вычисляемой территории и посмотреть, где какие данные отсутствуют, как, например, площади выемки, насыпи отсутствуют в первых трех способах.

Помимо расчетов с помощью различных утилит, встроенных функций и приложений, нельзя забывать и о таком процессе, как доступность интерфейса, лаконичность и интуитивность использования, вывод на экран, а также поддержка производителя. По этим характеристикам (по 10-балльной шкале) приведена классификация способов расчета картограммы земляных масс (табл. 2).

Таблица 1

Итоговая сравнительная таблица способов расчета картограммы земляных масс

	Способ вычисления объемов	Площадь поверхности, м ²	Выемка, м ³	Насыпь, м ³	Разница, м ³	Выемка, м ²	Насыпь, м ²
1	Пульт управления объемами	691,97	13,23	51,06	37,83		
2	Картограмма стандартного встроенного модуля Civil 3D (метод прямоугольной призмы)		13,20	36,00	22,80		
3	Картограмма стандартного встроенного модуля Civil 3D (метод треугольной призмы)		13,10	45,90	32,80		
4	Картограмма земляных масс от BearDyugin (метод квадратов)	683,02	2,87	19,80	16,93	227,11	455,91
5	Картограмма земляных масс от BearDyugin (метод триангуляции)	681,14	13,10	50,90	37,80	193,76	487,38
6	Картограмма земляных масс из пакета адаптации 2022 (метод квадратов)	697,14	2,35	26,69	24,34	195,73	483,41
7	Картограмма земляных масс из пакета адаптации 2022 (метод триангуляции)	681,02	13,08	50,82	37,74	191,61	489,41
8	Картограмма, ручной расчет	691,97	12,28	82,12	69,84	281,17	410,90

Таблица 2

Итоговая сравнительная таблица способов расчета картограммы земляных масс по доступности интерфейса и удобству использования

	Способ вычисления объемов	Доступность в интернете, возможность скачать	Местонахождение в Civil 3D	Доступность интерфейса, применение и понятность использования	Вывод на экран по ГОСТ	Поддержка и обновление
1	Пульт управления объемами	встроен	10,00	8,00	1,00	с программой
2	Картограмма стандартного встроенного модуля Civil 3D	встроен	8,00	6,00	3,00	с программой
3	Картограмма земляных масс от BearDyugin	легко найти, но платно	9,00	10,00	8,00	единоразовая покупка, подробное описание на сайте
4	Картограмма земляных масс из пакета адаптации 2022	сайт Autodesk, обновления для РФ	9,00	10,00	10,00	периодичность обновления пакета адаптации, подробное описание

Выводы

По результатам проведенных исследований выявлено, что с помощью метода призм получаются более точные результаты, а метод квадратов является более грубым, так как не учитывает всех особенностей рельефа, а использует только отметки в узлах сетки. В то же время результаты по методу квадратов могут быть легко проверены любым экспертом.

При этом рекомендуется максимально учесть все детали рельефа, например проектные откосы. Для этого в модуле **Geo Cartogram** есть отдельная кнопка выбора характерных линий.

Полученные в результате исследования и предложенные в статье способы и методы решения проблем расчета картограмм, возникающих при работе с поверхностями и земельными массами в Civil 3D, позволят проектировщикам повысить производительность путем автоматизации как всего процесса проектирования, так и его этапов. Также необходимо выбирать такой способ, который позволит уменьшить количество доработок по оформлению в соответствии с требованиями нормативных документов РФ.

Полученные в результате исследования и предложенные в статье способы и методы решения проблем, возникающих при работе с поверхностями и земельными массами в Civil 3D, их

импорте/экспорте, позволят проектировщикам повысить производительность путем автоматизации как всего процесса проектирования, так и его этапов, своевременно решая возникающие проблемы, а также в целом успешно работать с объектами в процессе проектной деятельности.

Примечания

¹ ГОСТ 21.508-93. Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов (с Поправкой): дата введения 1994-09-01. – М.: Госстрой России, 1994. – 30 с.

² Об утверждении Методических рекомендаций по разработке проектов генеральных планов поселений и городских округов: Приказ №244: дата введения 2011-05-26. – М.: Министерство регионального развития Российской Федерации, 2011. – 48 с.

³ Разработка проектов организации строительства и проектов производства работ для промышленного строительства / ЦНИИОМТП. – М.: Стройиздат, 1990. – 238 с.– (Справ. пособие к СНиП).

⁴ ГОСТ 21.508-2020. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов: дата введения 2021-01-01. – М.: Стандартинформ, 2020. – 35 с.

Библиография

1. Маяцкая, А.В., Черкасова, В.В. Проектирование территории коттеджного поселка в AutocadCivil 3d / А.В. Маяцкая , В.В. Черкасова. – // Санкт-Петербург: ALFABUILD. – 2018. – № 1(3). – С. 33–45.
2. Мирзаматов, Р.Р. Применение программы AutocadCivil 3D для обработки данных тахеометрической съемки / Р.Р. Мирзаматов // Современные проблемы агропромышленного комплекса: сб. науч. тр. 71-й Междунар. науч.-практ. конф. – Самара, 2018. – С. 111–113.
3. Репин, С.О. Анализ поверхностей в AutocadCivil 3D / С.О. Репин // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности: мат-лы VI Всерос. (с междунар. участием) науч.-тех. конф. молодых исследователей / Под общей редакцией Н. Ю. Ермиловой, И. Е. Степановой. – Волгоград, 2019. С. 434–435.
4. <https://www.autodesk.ru/products/civil-3d/overview?plc=CIV3D&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>
5. <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/civil-3d/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/RUS/Civil3D-UserGuide/files/GUID-AE0BBC66-5A1A-4FA9-8030-406507F52A71-htm.html>
6. Щипачев, А., Коновалов, О. 3D-проектирование: практика и преимущества. Опыт внедрения AutocadCivil 3D в ОАО «ЧЕЛЯБГИПРОМЕЗ» / А. Щипачев , О. Коновалов // Сапр и графика. – 2012. – №12 (194). – С. 76–80.
7. Гура, Т.А. Среда AutocadCivil 3D: анализ программы, способы и методы обработки данных инженерно-геодезических изысканий / Т.А. Гура , П.В. Погодина , Ю.П. Ищук , Д. М. Рабданов , Е.В. Гайко // Наука. Техника. Технологии (Политехнический вестник). – Краснодар. – 2017. – №2. – С. 240–242.
8. Матвеева, И.М. Анализ методов создания цифровой модели местности в программном комплексе AutocadCivil 3D / И.М. Матвеева // Дни студенческой науки: сб. докл. науч.-тех. конф. по итогам научно-исследовательских работ студентов института экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости. М., 2017. – С. 251–254.
9. Яковлева, Н.Д., Кондрат, М.Д. Создание критериев объема работ для формирования отчетов в графическом пакете AutocadCivil 3D / Н.Д. Яковлева , М.Д. Кондрат // Неделя науки-2017: сб. лучших докладов студентов и аспирантов факультета «Транспортное строительство». – СПб., 2017. – С. 67–70.

10. Скирковский, С.В., Лаптева, В.В. Моделирование кольцевых пересечений в программных продуктах AutocadCivil 3D и Arcady (Junctions 9.0) / С.В. Скирковский, В.В. Лаптева // Развитие теории и практики автомобильных перевозок, транспортной логистики: сб. науч. тр. конф. «Организация перевозок и управление на транспорте» (с международным участием). – Омск, 2017. – С. 212–219.
11. Калинова, Е.В. Вертикальная планировка рельефа в системе AutocadCivil 3D и в Ouprogmat / Калинова Е.В. // Актуальные вопросы современной науки: сб. ст. по мат-лам IX междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. Отв. ред. А.Р. Халиков. – Уфа, 2018. – С. 65–72.
12. Малюченко, Л.Ю., Подрядчикова, Е.Д., Смолин, И.В. Использование функциональных возможностей AutocadCivil 3D для создания цифровой модели местности и проекта автодороги / Л.Ю. Малюченко, Е.Д. Подрядчикова, И.В. Смолин // Актуальные проблемы геодезии, кадастра, рационального земле- и природопользования: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. Отв. ред. А. М. Олейник. – Тюмень, 2018. – С. 10–15.
13. Кутин, Д.А., Никонова, О.Г. Расчет земляных работ по результатам моделирования дренажного канала в AutocadCivil 3D / Д.А. Кутин, О.Г. Никонова // Неделя науки СПбПУ: мат-лы науч. конф. с междунар. участием. – СПб., 2018. – С. 188–190.
14. Летникова, Д.В., Мизина, А.С., Хорина, А.А. Применение AutocadCivil 3D, Landprof, Microstation v8 при формировании проекта планировки и межевания территории / Д.В. Летникова, А.С. Мизина, А.А. Хорина // Научные достижения и открытия современной молодежи: сб. ст. VI Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 2019. – С. 55–57.
15. Зобнин, М. Пакеты дополнительных модулей для подписчиков Autodesk на примере пакета для AutocadCivil 3D / М. Зобнин // Сапр и графика. – 2009. – № 12 (158). – С. 32–34.
16. Пеньков, А. Решение задач генерального плана в программном комплексе AutocadCivil 3D и Geonics на примере строительства коттеджного поселка в Одинцовском районе Московской области / А. Пеньков // Сапр и графика. – 2011. – № 8 (178). – С. 30–32.
17. Коновалов, О., Котлованов, А., Щипачев, А. BIM-технологии в действии: практика и преимущества 3D-проектирования. Опыт внедрения AutodeskAutocadCivil 3D в ОАО «УРАЛ-ЖЕЛДОРПРОЕКТ» / О. Коновалов, А. Котлованов, А. Щипачев // Сапр и графика. – М. – 2014. – № 8 (214). – С. 20–25.
18. Красковский, Д. Итоги и прогнозы / Д. Красковский // Сапр и графика. – 2011. – № 12 (182). – С. 6–20.
19. Бунаков, П. Система БАЗИС: от автоматизации проектирования к интегрированным решениям для управления мебельным производством / П. Бунаков // Сапр и графика. – 2020. – № 19.
20. Плотников, А. Новая отечественная САПР T-FLEX CAD 17 и приложения выпущены! / А. Плотников // Сапр и графика. – 2020. – № 7.
21. Кирьякиди, С. AutoCADCivil 3D: Пять примеров внедрения при создании инфраструктуры Олимпийских игр в Сочи [Электронный ресурс] / С. Кирьякиди // Isicad. Ваше окно в мир САПР, 2014. – URL: https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=16726
22. Жуков, А. AutoCAD Civil 3D 2008. Новые возможности [Электронный ресурс] // CADmaster. – 2007. – № 3. – С. 56–66. – URL: https://www.cadmaster.ru/magazin/articles/cm_38_civil_3d_2008.html
23. AutoCAD Civil 3D [Электронный ресурс] // InterCAD. – URL: http://icad.spb.ru/software/item/civil_3d/
24. Проектирование сложных дорог с помощью AutoCADCivil 3D [Электронный ресурс] ООО «ИнститутУкрдорпроект» // Autodesk, 2012. – URL: <http://www.arcada.com.ua/infot/po/gis/ukrdorproect.pdf>

25. Литвина, И. Практический опыт использования AutoCADCivil 3D в работе топографо-геодезического отдела ГП МО «Мособлгеотрест» [Электронный ресурс] / И. Литвина. – URL: http://www.nofollow.ru/video.php?c=pMH_uvGPPkI
26. Прянишникова, Л.И., Развеева, И.Ф., Таах, Н.А. Применение программы AutocadCivil 3D в дорожном строительстве [Электронный ресурс] / Л.И. Прянишникова, И.Ф. Развеева, Н.А. Таах // Аллея Науки. – 2018. – № 11(27). – URL: [Alley-science.ru](http://alley-science.ru)
27. Ерофеев, П.С., Аникина, Н.С. Особенности применения программного комплекса AutocadCivil 3D при решении геодезических задач студентами строительных специальностей / П.С. Ерофеев, Н.С. Аникина / Саранск: ОГАРЁВ-ONLINE. – 2016. – № 16 (81). – 6 с.
28. Корбутяк, П.В. Оформление чертежей разделов генплана в AutoCADCivil 3D 2011 [Электронный ресурс] / П.В. Корбутяк // ГК Неолант. Инжиниринг, IT, инновации. – М., 2011. – URL: http://www.neolant.ru/press-center/aboutus/index.php?ELEMENT_ID=741
29. Autodesk Civil 3D // Autodesk – URL: <https://www.autodesk.ru/products/civil-3d/overview?plc=CIV3D&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>
30. Civil 3D – ПО для проектирования объектов [Электронный ресурс] – URL: <https://www.autodesk.ru/products/civil-3d/overview>
31. Прянишникова, Л.И., Развеева, И.Ф. Системы автоматизированного проектирования / Л.И. Прянишникова, И.Ф. Развеева // СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА-2017: Мат-лы науч.-практ. конф. Министерство образования и науки Российской Федерации; Донской государственный технический университет, Академия строительства и архитектуры, 2017. – С. 78–82.
32. Волкова, Е.В., Козлова, М.Н., Волков, Н.С. Проектирование автомобильных дорог с использованием современных автоматизированных средств / Е.В. Волкова, М.Н. Козлова, Н.С. Волков // Вестник ИргТУ. – 2011. – № 6(53). – С. 45–49.
33. Абрамов В. П., Ивлиева Н. Г., Манухов В. Ф. и др. Тестирование в инженерной геодезии // Интеграция образования. – 2006. – № 4. – С. 34–38.
34. Ерофеев, В.Т., Молодых, С.А., Леснов, В.В. и др. Проектирование производства земляных работ: учеб. пособие / В.Т. Ерофеев, С.А. Молодых, В.В. Леснов и др. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2007. – 160 с.
35. Ерофеев, П.С., Манухов, В.Ф., Меркулов, А.И. Применение технологии BIM в архитектурном учебном проектировании зданий и сооружений / П.С. Ерофеев, В.Ф. Манухов, А.И. Меркулов // Вестник Мордов. ун-та. – 2015. – Т. 25. – № 1. – С. 105–109.
36. Ерофеев, П.С., Манухов, В.Ф., Карпушин, С.Н. Необходимость применения в учебном процессе навыков геодезического мониторинга зданий и сооружений в условиях городской застройки / П.С. Ерофеев, В.Ф. Манухов, С.Н. Карпушин // Картография и геодезия в современном мире: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 50-летию кафедры геодезии, картографии и геоинформатики Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева. Саранск, 1 декабря 2010 г. / ред. кол.: В. Ф.Манухов (отв.ред.) и др. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2011. – С. 155–157.
37. Ивлиева, Н.Г., Манухов, В.Ф. Лабораторный практикум по геодезии: учеб. пособие / Н.Г. Ивлиева, В.Ф. Манухов. – Саранск, 2014. – 52 с.
38. Манухов, В.Ф. Совершенствование методов топографических съемок и инженерно-геодезических работ с использованием современных технологий / В.Ф. Манухов // Вестник Мордов. ун-та. – 2008. – № 1. – С. 105–108.
39. Манухов, В.Ф., Варфоломеев, А.Ф., Манухова, В.Ф. О геоинформационной поддержке междисциплинарных исследований / В.Ф. Манухов, А.Ф. Варфоломеев, В.Ф. Манухова // Науч. тр. Кубан. гос. технолог. ун-та. – 2014. – № 4. – С. 182–184.
40. Манухов В.Ф., Ивлиева Н.Г., Логинов В.Ф. Методика использования инновационных технологий в учебном процессе / В.Ф. Манухов, Н.Г. Ивлиева, В.Ф. Логинов // Инновацион-

ные процессы в высшей школе: мат-лы XIV Всерос. науч.-прак. конф. Краснодар, 24–28 сентября 2008 г. – Краснодар, 2008. – С. 214–215.

41. Манухов, В.Ф., Ивлиева, Н.Г., Муженикова, О.И. Учебно-методический комплекс по курсу «Основы геодезии, инженерного благоустройства и транспорт»: учеб. пособие / В.Ф. Манухов, Н.Г. Ивлиева, О.И. Муженикова. – Саранск, 2007. – 40 с.
42. Манухов, В.Ф., Разумов, О.С., Тюряхин, А.С. и др. Определение координат геодезических пунктов спутниковыми методами: учеб. пособие / В.Ф. Манухов, О.С. Разумов, А.С. Тюряхин. – Саранск, 2006. – 164 с.
43. Манухов, В.Ф., Тюряхин, А.С. Инженерная геодезия. Основы геодезических измерений с элементами метрологического обеспечения: учеб. пособие. Изд. 3-е, испр. и доп. / В.Ф. Манухов, А.С. Тюряхин. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2008. – 124 с.
44. Есипенко, А., Коновалов, О., Папшева, Ю. Решение сложных задач с AutoCAD Civil 3D / А. Есипенко, О. Коновалов, Ю. Папшева // САПР и графика. – 2015. – № 8 (226). – С. 16–18.
45. Varela-Gonzalez, M. Performance testing of LiDAR exploitation software / M. Varela-Gonzalez, H. Gonzalez-Jorge, B. Riveiro, P. Agias // Computer and geosciences. – 2013. – Vol. 54. – P. 122–129.
46. Харитоновна, А.В., Гаврин, В.С., Янц, А.И. Программное обеспечение в сфере землеустройства / А.В. Харитоновна, В.С. Гаврин, А.И. Янц. – Инновационная наука. – 2016. – № 8–3. – С. 188.
47. Пожидаев, Д., Воробьёв, С. Комплексное проектирование ЛЭП на базе AutoCAD Civil 3D И MODEL STUDIO CS ЛЭП / Д. Пожидаев, С. Воробьёв // САПР и графика. – 2013. – № 7 (201). – С. 64–67.
48. Круглов, С. Разработка и проектирование генеральных планов объектов промышленного и гражданского строительства в среде AUTOCAD CIVIL 3D 2011 / С. Круглов // САПР и графика. – 2010. – №6 (164). – С. 8–11.
49. Байбаков, С.В., Анисимов, М.В. Подходы к автоматизации разработки чертежей AutoCAD / С.В. Байбаков, М.В. Анисимов // Тр. Рос. гос. ун-та нефти и газа им. И.М. Губкина. – 2009. – № 3. – С. 107–113.
50. Бутина, Н.И., Труфанов, А.И. Поля в системе AutoCAD: практика применения / Н.И. Бутина, А.И. Труфанов // Технические науки – от теории к практике. – 2013. – № 20. – С. 7–14.
51. Семенова, Г.С. Моделирование 3D-объектов архитектуры – AutoCAD / Г.С. Семенова // Вестник научных конференций. – 2016. – № 4–5 (8). – С. 197–198.
52. Краснюк, А.В. Расширение возможностей пакета AutoCAD 2009 для оптимизации трехмерного моделирования в приложении к строительному моделированию / А.В. Краснюк, Т.В. Ульченко, А.Н. Нетеса, К.Н. Нетеса // Наука и прогресс транспорту. – 2011. – № 37. – С. 161–164.
53. Huang, S.F., Chen, C.S., Dzendg, R.J. Design of Track Alignment Using Building Information Modeling / S.F. Huang, C.S. Chen, R.J. Dzendg // Journal of transportation engineering-ASCE. – 2011. – Vol. 137(11). – P. 823–830.
54. Marschallinger, R., Jandrisevitsb, C., Zobla, F. A visual LISP program for voxelizing AutoCAD solid models / R. Marschallinger, C. Jandrisevitsb, F. Zobla // Computers and Geosciences. – 2015. – Vol. 74. – P. 110–120.
55. Krasnyuk, A.V., Ulchenko, T.V., Netesa, A.N., Netesa, K.N. Improve possibilities of the AutoCAD for optimization of three-dimensional simulation in building modeling application / A.V. Krasnyuk, T.V. Ulchenko, A.N. Netesa, K.N. Netesa // Nauka ta Progres Transportu. – 2010. – № 37. – P. 161–164.
56. Московская, О. AutoCAD Civil 3D and Geosolution professional: комплекс для решения маркшейдерских задач / О. Московская // САПР и графика. – 2014. – № 3 (209). – С. 8–10.

57. Голубева, А. Использование ГИС-ФУНКЦИОНАЛА MAP 3D в AutoCADCivil 3D / А. Голубева // САПР и графика. – 2011. – № 3 (173). – С. 8–10.
58. Абрамов, М. Практика трехмерного моделирования в AutoCADCivil 3D и AutodeskRevit / М. Абрамов // САПР и графика. – 2013. – № 3(197). – С. 16–20.
59. Yu, Q. Grammar-based Automatic 3D Model Reconstruction from Terrestrial Laser Scanning Data / Q. Yu, P. Helmholz, D. Belton, G. West // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – 2014. – Vol. 4. – P. 335–340.
60. Чижов, М.Н. 3D-моделирование, проектирование открытых горных работ в среде САПР AUTOCADCIVIL 3D с использованием геопространственных данных полученных по технологии ДЗЗ с применением беспилотных летательных аппаратов / М.Н. Чижов, М.И. Лаптева, В.Я. Маслянюк, Ш.И. Сюняев // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2015. – № 51–1. – С. 339–356.
61. Jack, C.P., Lu, Q., Yichuan, D. Analytical review and evaluation of civil information modeling / C. P. Jack, Q. Lu, D. Yichuan // Automation in Construction. – 2016. – Vol. 67. – P. 31–47.
62. De Groff D., Madasamy A. P. E. Solving graphic-statics problems using autocad. / D. De Groff, A.P.E. Madasamy // Computers in Education Journal. – 2013. – Vol. 23(2). – Pages 74–81.
63. Samphors T., Suched L., Thirapong P. 3D geological modelling and geotechnical characteristics of Phnom Penh subsoils in Cambodia. Engineering Geology. 2014. Vol. 178. P. 58–69.
64. Tsareva, M.V. AutoCAD in the operational management of the construction site / M.V. Tsareva // Vestnik MGSU. – 2016. – № 4. – P. 140–147.
65. Beirao, J. Implementing a Generative Urban Design Model Grammar-based design patterns for urban design. / J. Beirao, G. Mendes, J. Duarte, R. Stouff's //28th Conference on Education in Computer Aided Architectural Design in Europe. – 2010. – P. 265–274.
66. Воробьев, В.С. Имитационное моделирование в структуре создания BIM-технологий строительных проектов / В.С. Воробьев, А.С. Сеницына, К.В. Каталымова, Н.П. Запацикова // Изв. вузов. Строительство. – 2018. – № 5 (713). – С. 105–115.
67. Петухова, А.В. Перспективы развития системы инженерно-графической подготовки в свете реализации плана по внедрению BIM-технологии / А.В. Петухова // Вопросы строительства и инженерного оборудования объектов железнодорожного транспорта: мат. науч.-практ. конф. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2017. – С. 242–252.
68. Сабянина, А.В. Адаптация стандартного шаблона AUTOCAD CIVIL для решения учебных задач, связанных с моделированием железных дорог / А.В. Сабянина // КОГРАФ-2018: сб. мат-лов 28-й Всерос. науч.-практ. конф. по графическим информационным технологиям и системам. – Нижний Новгород, 2018. – С. 321–325.
69. Петухова, А.В. Цифровое моделирование рельефа как элемент содержания учебного курса «BIM-технологии в проектировании генеральных планов и объектов инфраструктуры» / А.В. Петухова // Сб. тр. Международ. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы». – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2015. – С. 229–235.
70. MicroStation - 3D CAD Software for Architecture, Engineering [Электронный ресурс] – URL: <https://www.bentley.com/en/products/brands/microstation>
71. LandProf [Электронный ресурс] – URL: <https://pipekomplex.ru/landprof/>
72. Кутин, Д.А. Визуализация результатов обработки топографической съемки электронным тахеометром PENTAXW-825NX в среде Civil 3D / Д.А. Кутин, С.Ю. Погонин, В.М. Самсонова, О.Г. Никонова, Е.Б. Михаленко //Неделя науки СПбПУ: мат-лы науч. форума с международным участием. Инженерно-строительный институт. – 2015. – С. 176–178.
73. Симанович, В.М. Практические рекомендации по расчету объемов земляных работ для их учета в локальных сметах / В.М. Симанович. – М., 2014. – 108 с.

74. Симанович, В.М. Практические рекомендации по расчету объемов земляных работ и потребности в недостающем грунте для их учета в локальных сметах / В.М. Симанович. – М.: Стройинформиздат, 2019. – 84 с.
75. Ткаченко, А.В. AutoCAD Civil 3D. Как это работает? / А.В. Ткаченко.– М.: Принтлето, 2016. – 239 с.
76. Сильянов, В.В., Каюмов, Б.К. Методические указания по проектированию кольцевых пересечений автомобильных дорог / В.В. Сильянов, Б.К. Каюмов. – М.: Транспорт, 1980. – 69 с.
77. Круглов, С. Проектирование автомобильных дорог в САПР AutoCAD Civil 3D / С. Круглов // Сапр и графика. – 2011. – № 8. – С. 38–40.
78. Врублевский, Б.А. Опыт проектирования вытомобильных дорог в AutoCAD Civil 3D / Б.А. Врублевский // Геопрофи. – 2014. – № 2. – С. 25–28.
79. Шевченко, Г.Г., Гура, Д.А., Глазков, Р.Е.. Анализ программного обеспечения для обработки данных наземного лазерного сканирования / Г.Г. Шевченко, Д.А. Гура, Р.Е. Глазков // Современное промышленное и гражданское строительство. – Донецкая Народная Республика, Макеевка. – 2016. – Т.12. – № 3. – С. 127–140.
80. Пинчук, А.П. Основные геодезические работы при строительстве зданий и сооружений / А.П. Пинчук, А.А. Шевченко, Ю.И. Голотина, И.А. Астахова // Науч. тр. Кубанского гос. технолог. ун-та. – 2016. – № 8. – С. 75–84.
81. Грибкова, Л.А., Морозов, А.А. Особенности применения современных геодезических приборов и технологий при строительстве зданий и сооружений / Л.А. Грибкова, А.А. Морозов // Науч. тр. Кубанского гос. технолог. ун-та. – 2016. – № 5. – С. 59–69.
82. Шевченко, Г.Г. Эффективное построение 3D модели местности для целей кадастра / Г.Г. Шевченко, Д.А. Гура, Д.В. Петренков, А.В. Осенняя, А.В. Чернова, В.А. Шишкина // Europeanresearch: сб. ст. победителей VI Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 2016. – С. 48–52.
83. Шевченко, Г.Г., Гура, Д.А. Создание крупномасштабного топографического плана в AutoCAD и AutoCAD Civil 3D / Г.Г. Шевченко, Д.А. Гура // Лучшая научная статья 2016: сб. ст. победителей V междунар. науч.-практ. конкурса. – Пенза, 2017. – С. 43–50.

References

1. Mayatskaya, A. V., Cherkasova, V. V. (2018). Designing the territory of a cottage village in Autocad Civil 3d. ALFABUILD, No.1(3), pp. 33–45. (in Russian)
2. Mirzamatov, R. R. (2018). Using Autocad Civil 3D to Process Total Station Data. In: Modern problems of the agro-industrial complex: Proceedings of the 71st International Scientific and Practical Conference. Samara, pp. 111–113. (in Russian)
3. Repin, S. O., (2019). Surface Analysis in Autocad Civil 3D. In: Current issues in construction, housing and communal services and technosphere safety: Proceedings of the VI All-Russian (with international participation) scientific and technical conference of young researchers. Volgograd, pp. 434–435. (in Russian)
4. Autodesk «Architecture, Engineering & Construction» [Online]. Available from: <https://www.autodesk.ru/products/civil-3d/overview?plc=CIV3D&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>. [Accessed 3rd November 2021].
5. Autodesk «Creation of pipeline networks» [Online]. Available from: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/civil-3d/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/RUS/Civil3D-UserGuide/files/GUID-AE0BBC66-5A1A-4FA9-8030-406507F52A71-htm.html>. [Accessed 3rd November 2021].

6. Shchipachev, A., Konovalov, O. (2012). 3D Design: Practice and Benefits. Experience of Implementation of Autocad Civil 3D at OJSC "CHELYABGIPROMEZ". SAPR and Graphics, No.12 (194). 76–80 pp. (in Russian)
7. Gura, T. A., Pogodina, P. V. et al. (2017). Autocad Civil 3D environment: program analysis, methods and methods of processing engineering and geodetic survey data. Science. Technology. Processes (Polytechnic Bulletin), No 2, pp. 240–242. (in Russian)
8. Matveeva, I. M. (2017). Analysis of methods for creating a digital terrain model in the Autocad Civil 3D software package. In: Days of student science: Collection of reports to scientific and technical conference on the results of student research work at the Institute of Economics, Management and Information Systems in Construction and Real Estate. Moscow, pp. 251–254. (in Russian)
9. Yakovleva, N. D., Kondrat, M. D. (2017). Creation of criteria for scope of work for generating reports in the graphics package Autocad Civil 3D. In: Science Week 2017: Best reports of students and doctoral candidates of the Faculty of Transport Construction. St. Petersburg, pp. 67–70. (in Russian)
10. Skirkovsky, S. V., Lapteva, V. V. (2017). Roundabout Modeling in Autocad Civil 3D and Arcady (Junctions 9.0). In: Development of the theory and practice of road transport, transport logistics: Collection of scientific papers of the department «Organization of transportation and transport management» (with international participation). Omsk, pp. 212–219. (in Russian)
11. Kalinova, E. V. (2018). Grading terrain in Autocad Civil 3D and Ovprogmat. In: Topical issues in modern science: Collection of articles based on the materials of the IX International Scientific and Practical Conference: in 2 parts. Ufa, pp. 65–72. (in Russian)
12. Malyuchenko, L. Yu., Podryadchikova, E. D. et al. (2018). Using Autocad Civil 3D Functionality to Create a Digital Terrain Model and Road Design. In: Current issues in geodesy, cadastre, rational land and nature management: Proceedings of International Scientific and Practical Conference. Tyumen, pp. 10–15. (in Russian)
13. Kutin, D. A., Nikonova, O. G. (2018). Calculation of earthworks based on the results of modeling a drainage channel in Autocad Civil 3D. In: SPbPU Science Week: Proceedings of scientific conference with international participation. St. Petersburg, pp. 188–190. (in Russian)
14. Letnikova, D. V., Mizina, A. S. et al. (2019). Application of Autocad Civil 3D, Landprof, Microstation v8 in the development of a land surveying plan. In: Scientific achievements and discoveries of modern youth: Collection of articles of the VI International Scientific and Practical Conference. Penza, pp. 55–57. (in Russian)
15. Zobnin, M. (2009). Autodesk Subscriber Plug-in Packs on the example of a package for Autocad Civil 3D. SAPR and Graphics, No.12 (158), pp. 32–34. (in Russian)
16. Penkov, A. (2011). Solving master plan problems in the software package Autocad Civil 3D and Geonics on the example of the construction of a cottage village in the Odintsovo district of the Moscow region. SAPR and Graphics, No.8 (178), pp. 30–32. (in Russian)
17. Konovalov, O., Kotlovanov, A. et al. (2014). BIM-technologies in action: practice and advantages of 3D-design. Experience of Implementing Autodesk Autocad Civil 3D at OJSC URALZHELDORPROEKT. SAPR and Graphics, No.8 (214), pp. 20–25. (in Russian)
18. Kraskovsky, D. (2011). Results and forecasts. SAPR and Graphics, No.12 (182), pp. 6–20. (in Russian)
19. Bunakov, P. (2020). BAZIS system: from design automation to integrated solutions for furniture production management. SAPR and Graphics, No.19. (in Russian)
20. Plotnikov, A. (2020). New domestic CAD T-FLEX CAD 17 and applications have been released! SAPR and Graphics, No.7. (in Russian)
21. Kiryakidi, S. (2014). AutoCAD Civil 3D: Five Examples of Implementation in Creating the Infrastructure of the Olympic Games in Sochi. Isicad. Your window to the CAD world. [Online].

- Available from: https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=16726 [Accessed 3rd November 2021]. (in Russian)
22. Zhukov, A. (2007). AutoCAD Civil 3D 2008. New Features. CADmaster, No.3. [Online]. Available from: https://www.cadmaster.ru/magazin/articles/cm_38_civil_3d_2008.html [Accessed 3rd November 2021]. (in Russian)
 23. InterCAD. AutoCAD Civil 3D. [Online]. Available from: http://icad.spb.ru/software/item/civil_3d/ [Accessed 3rd November 2021].
 24. Institute Ukrdorproekt LLC. (2012). Design of complex roads using AutoCAD Civil 3D. [Online]. 2012. Available from: <http://www.arcada.com.ua/infot/po/gis/ukrdorproect.pdf> [Accessed 3rd November 2021]. (in Russian)
 25. Litvina, I. Practical experience of using AutoCAD Civil 3D in the work of the topographic and geodetic department of the SE MO "Mosoblgeotrest". Available at: http://www.nofollow.ru/video.php?c=pMH_uvGPPkI [Accessed 3rd November 2021]. (in Russian)
 26. Pryanishnikova, L. I., Razveeva, I. F. et al. (2018). Application of the Autocad Civil 3D program in road construction. Alley of Science, No.11 (27). (in Russian)
 27. Erofeev, P.S., Anikina, N.S. (2016). Features of the application of the Autocad Civil 3D software complex in solving geodetic problems by students of construction specialties. OGAREV-ONLINE, No.16 (81), pp. 6. (in Russian)
 28. Korbutyak, P.V. (2011). Design of drawings of sections of the general plan in AutoCAD Civil 3D 2011. GK Neolant. Engineering, IT, innovation. [Online]. Available from: http://www.neolant.ru/press-center/aboutus/index.php?ELEMENT_ID=741 [Accessed 3rd November 2021]. (in Russian)
 29. Autodesk. Autodesk Civil 3D. [Online]. Available from: <https://www.autodesk.ru/products/civil-3d/overview?plc=CIV3D&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1> [Accessed 3rd November 2021].
 30. Autodesk. Civil 3D – software for the design of objects. [Online]. Available from: <https://www.autodesk.ru/products/civil-3d/overview> [Accessed 3rd November 2021]. (in Russian)
 31. Pryanishnikova, L. I., Razveeva, I. F. Computer-aided design systems. In: Construction and Architecture-2017. Faculty of Information and Economic Systems. Proceedings of scientific and practical conference. Ministry of Education and Science of the Russian Federation; Don State Technical University, Academy of Civil Engineering and Architecture, 2017. pp. 78–82. (in Russian)
 32. Volkova, E.V., Kozlova, M.N. et al. (2011). Design of highways using modern automated tools. Bulletin of ISTU, No.6 (53), pp. 45–49. (in Russian)
 33. Abramov, V.P., Ivlieva, N.G. et al. (2006). Testing in engineering geodesy. Integration of Education, No.4, pp. 34–38. (in Russian)
 34. Erofeev, V.T., Molodykh, S.A., Lesnov, V.V. et al. (2007). Designing the production of earthworks. Moscow: Association of Building Universities. (in Russian)
 35. Erofeev, P.S., Manukhov, V.F. et al. (2015). Application of BIM technology in architectural educational design of buildings and structures. Bulletin of the Mordovian University, Vol.25, No.1, pp. 105–109. (in Russian)
 36. Erofeev, P.S., Manukhov, V.F. et al. (2011). The need to use the skills of geodetic monitoring of buildings and structures in urban development in the educational process. In: Cartography and geodesy in the modern world: Proceedings of the All-Russian scientific-practical conference dedicated to the 50th anniversary of the Department of Geodesy, Cartography and Geoinformatics. Saransk: Mordovian University, pp. 155–157. (in Russian)
 37. Ivlieva, N.G. and Manukhov, V.F. (2014). Laboratory workshop on geodesy. Saransk, pp. 52. (in Russian)

38. Manukhov, V.F. (2008). Improvement of methods of topographic surveys and engineering-geodetic works using modern technologies. *Bulletin of the Mordovian University*, No.1, pp. 105–108. (in Russian)
39. Manukhov, V.F., Varfolomeev, A.F. and Manukhova, V.F. (2014). On geoinformation support for interdisciplinary research. *Transactions of the Kuban State Technological University*, No.4, pp. 182–184. (in Russian)
40. Manukhov, V.F., Ivlieva, N.G. and Loginov, V.F. (2008). Methodology for the use of innovative technologies in the educational process. In: *Innovative processes in higher education: Proceedings of the XIV All-Russian scientific-practical conference*. Krasnodar, pp. 214–215. (in Russian)
41. Manukhov, V.F., Ivlieva, N.G., Muzhenikova, O.I. (2007). Teaching aid for the course "Fundamentals of geodesy, engineering improvement and transport". Saransk. (in Russian)
42. Manukhov, V.F., Razumov, O.S., Tyuryakhin, A.S. et al. (2006). Determination of coordinates of geodetic points by satellite methods. Saransk. (in Russian)
43. Manukhov, V.F., Tyuryakhin, A.S. (2008). *Engineering geodesy. Fundamentals of geodetic measurements with elements of metrological support*. Saransk: Mordovian University. (in Russian)
44. Esipenko, A., Konovalov, O. et al. (2015). Solving complex problems with AutoCAD Civil 3D. *CAD and Graphics*, No.8 (226), pp. 16–18. (in Russian)
45. Varela-Gonzalez, M., Gonzalez-Jorge, H. et al. (2013). Performance testing of LiDAR exploitation software. *Computer and Geosciences*, Vol. 54, pp. 122–129. (in Russian)
46. Kharitonova, A.V., Gavrin, V.S. et al. (2016). Software in the field of land management. *Innovative Science*, No. 8–3, pp. 188. (in Russian)
47. Pozhidaev, D, Vorobyev, S. (2013). Complex design of power lines based on AutoCAD Civil 3D and Model Studio CS LEP. *CAD and Graphics*, No.7 (201), pp. 64–67. (in Russian)
48. Kruglov, S. (2010). Development and design of master plans of industrial and civil construction objects in AUTOCAD CIVIL 3D 2011. *CAD and Graphics*, No.6 (164), pp. 8–11. (in Russian)
49. Baibakov, S.V., Anisimov, M.V. (2009). Approaches to automating the development of AutoCAD drawings. *Proceedings of the Gubkin Russian State University of Oil and Gas*, No.3, pp. 107–113. (in Russian)
50. Butina, N.I., Trufanov, A.I. (2013). Fields in the AutoCAD system: application practice. *Technical Sciences – from Theory to Practice*, No.20, pp. 7–14. (in Russian)
51. Semenova, G.S. (2016). Modeling of 3D objects of architecture – AutoCAD. *Bulletin of Scientific Conferences*, No.4–5 (8), pp. 197–198. (in Russian)
52. Krasnyuk, A.V., Ulchenko, T.V. et al. (2011). Expanding the capabilities of the AutoCAD 2009 package for optimizing three-dimensional modeling in an application to construction modeling. *Science and Progress of Transport*, No.37, pp. 161–164. (in Russian)
53. Huang, S. F., Chen, C. S., Dzenge, R.J. (2011). Design of Track Alignment Using Building Information Modeling. *Journal of Transportation Engineering-ASCE*, Vol. 137(11), pp. 823–830.
54. Marschallingera, R., Jandrisevitsb, C., Zobla, F. (2015). A visual LISP program for voxelizing AutoCAD solid models. *Computers and Geosciences*, Vol. 74, pp. 110–120.
55. Krasnyuk, A. V., Ulchenko, T. V. et al. (2010). Improve possibilities of the AutoCAD for optimization of three-dimensional simulation in building modeling application. *Nauka ta Progres Transportu*, No. 37, pp. 161–164.
56. Moskovskaya, O. (2014). AutoCAD Civil 3D and Geosolution professional: a complex for solving surveying tasks. *CAD and Graphics*, No.3 (209), pp. 8–10. (in Russian)
57. Golubeva, A. (2011). Using the GIS FUNCTIONALITY of MAP 3D in AutoCAD Civil 3D. *CAD and Graphics*, No.3 (173), pp. 8–10. (in Russian)
58. Abramov, M. (2013). The practice of three-dimensional modeling in AutoCAD Civil 3D and Autodesk Revit. *CAD and Graphics*, No.3 (197), pp. 16–20. (in Russian)

59. Yu, Q., Helmholtz, P. et al. (2014). Grammar-based Automatic 3D Model Reconstruction from Terrestrial Laser Scanning Data. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. 4, pp. 335–340.
60. Chizhov, M.N., Lapteva, M.I. et al. (2015). 3D-modeling, design of open-pit mining in the AUTOCAD CIVIL 3D CAD environment using geospatial data obtained by remote sensing technology using unmanned aerial vehicles. *Mining Information and Analytical Bulletin*, No.51–1, pp. 339–356. (in Russian)
61. Jack, C.P., Lu, Q. et al. (2016). Analytical review and evaluation of civil information modeling. *Automation in Construction*, Vol. 67, pp. 31–47.
62. De Groff, D., Madasamy, A.P.E. (2013). Solving graphic-statics problems using AutoCAD. *Computers in Education Journal*, Vol. 23(2), pp. 74–81.
63. Samphors, T., Suched, L. et al. (2014). 3D geological modeling and geotechnical characteristics of Phnom Penh subsoils in Cambodia. *Engineering Geology*, Vol. 178, pp. 58–69.
64. Tsareva, M.V. (2016). AutoCAD in the operational management of the construction site. *Vestnik MGSU*, No.4, pp. 140–147.
65. Beirao, J., Mendes, G. et al. (2010). Implementing a Generative Urban Design Model Grammar-based design patterns for urban design. In: 28th Conference on Education in Computer Aided Architectural Design in Europe.
66. Vorobyev, V.S., Sinitsyna, A.S. et al. (2018). Simulation modeling in the structure of creating BIM technologies for construction projects. *News of Higher Educational Institutions. Construction*, No.5 (713), pp. 105–115. (in Russian)
67. Petukhova, A.V. (2017). Prospects for the development of the system of engineering and graphic training in the light of the implementation of the plan for the introduction of BIM technology. In: Questions of construction and engineering equipment of railway transport facilities: Mathematical Scientific and Practical Conference. Novosibirsk: SGUPS, pp. 242–252. (in Russian)
68. Sabyanina, A.V. (2018). Adaptation of the standard AUTOCAD CIVIL template for solving educational tasks related to railway modeling. In: KOGRAF-2018 Proceedings of the 28th All-Russian Scientific and Practical Conference on Graphic Information Technologies and Systems. Nizhny Novgorod, pp. 321–325. (in Russian)
69. Petukhova, A.V. (2015). Digital terrain modeling as an element of the content of the training course "BIM technologies in the design of master plans and infrastructure facilities". In: Proceedings of the International. Scientific and Practical Conference "Innovative Technologies in Engineering Graphics: Problems and Prospects". Novosibirsk: NGASU (Sibstrin), pp. 229–235. (in Russian)
70. Bentley. MicroStation – 3D CAD Software for Architecture, Engineering. [Online] Available from: <https://www.bentley.com/en/products/brands/microstation> [Accessed 3rd November 2021].
71. Complex Pipeline. LandProf. [Online] Available from: <https://pipekomplex.ru/landprof/> [Accessed 3rd November 2021]. (in Russian)
72. Kutin, D.A., Pogonin, S.Yu. et al. (2015). Visualization of the results of topographic survey processing with the PENTAX W-825NX electronic total station in the Civil 3D environment. In: SPbPU Science Week: Proceedings of the scientific forum with international participation. Saint Petersburg: Civil Engineering Institute, pp. 176–178. (in Russian)
73. Simanovich, V.M. (2014). Practical recommendations for calculating the volume of earthworks for their accounting in local estimates. Moscow. (in Russian)
74. Simanovich, V. M. (2019). Practical recommendations for calculating the volumes of earthworks and lacking soil for their accounting in local estimates. Moscow: Stroyinformizdat. (in Russian)
75. Tkachenko, A.V. (2016). AutoCAD Civil 3D. How does it work? Moscow: Printleto. (in Russian)
76. Silyanov, V.V. and Kayumov, B.K. (1980). Methodological guidelines for the design of ring intersections of highways. Moscow: Transport. (in Russian)

77. Kruglov, S. (2011). Designing highways in CAD AutoCAD Civil 3D. Cad and Graphics, No.8 (178), pp. 38–40. (in Russian)
78. Vrublevsky, B.A. (2014). The experience of designing motor roads in AutoCAD Civil 3D. Geoprofi, No.2, pp. 25–28. (in Russian)
79. Shevchenko, G.G., Gura, D.A. et al. (2016). The analysis of the software for data handling of terrestrial laser scanning. Modern Industrial and Civil Engineering, Vol.12, No.3, pp. 127–140. (in Russian)
80. Pinchuk, A.P., Shevchenko, A.A. et al. (2016). The main geodesic operations in case of construction of buildings and structures. Transactions of the Kuban State Technological University, No.8, pp. 75–84. (in Russian)
81. Gribkova, L.A., Morozov, A.A. (2016). Features of use of the modern geodesic instruments and technologies in case of construction of buildings and constructions. Transactions of the Kuban State Technological University, No.5, pp. 59–69. (in Russian)
82. Shevchenko, G.G., Gura, D. et al. (2016). Effective creation of a 3D model of terrain for the purposes of the inventory. In: Collection of articles by winners of the VI International scientific and practical conference. Penza, pp. 48–52. (in Russian)
83. Shevchenko, G.G., Gura, D.A. (2017). Creation of a large-scale topographical plan in AutoCAD and AutoCAD Civil 3D. In: «The best scientific article of 2016». Collection articles by winners of the V international scientific and practical competition. Penza, pp. 43–50. (in Russian)



Лицензия Creative Commons

Это произведение доступно по лицензии Creative Commons «Attribution-ShareAlike» («Атрибуция - на тех же условиях»).
4.0 Всемирная

Дата поступления: 11.12.2021