

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»  
(СГУГиТ)

# **ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА И ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

**Молодежная научно-практическая  
конференция**

**20 декабря 2018 года**

**Сборник научных докладов**

Новосибирск  
СГУГиТ  
2019

УДК 528.952:001.89

И62

**И62 Инженерная графика и трехмерное моделирование.** Молодежная научно-практическая конференция [Текст] : сб. научных докладов (20 декабря 2018 г., Новосибирск). – Новосибирск: СГУГиТ, 2019. – 58 с.

ISBN 978-5-907052-51-2

В сборнике опубликованы научные доклады студентов, магистрантов, аспирантов высших учебных заведений, принимавших участие в молодежной научно-практической конференции «Инженерная графика и трехмерное моделирование».

Материалы публикуются в авторской редакции

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

УДК 528.952:001.89

ISBN 978-5-907052-51-2

© СГУГиТ, 2019

**ОРГАНИЗАТОР:**

Сибирский государственный университет  
геосистем и технологий

**КООРДИНАТОР:**

Руководитель научно-исследовательской деятельности студентов СГУГиТ  
*Татьяна Юрьевна Бугакова*

**ОРГКОМИТЕТ:**

Руководитель научно-исследовательской работы студентов ИГиМ  
*Ольга Геннадьевна Павловская*

Руководитель научно-исследовательской работы студентов ИОиОТ  
*Елена Юрьевна Кутенкова*

Руководитель научно-исследовательской работы студентов ИКиП  
*Ершов Анатолий Викторович*

*А. А. Бакулина, А. Р. Вальковская, П. С. Скворцова, А. И. Тарбеева*  
*Сибирский государственный университет геосистем и технологий (СГУГиТ)*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ 2D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ ПЛАНОВ**

За сравнительно небольшой промежуток времени произошли большие перемены при подготовке строительной документации. Кульман и чертежная доска, необходимые атрибуты конструкторского бюро, уже в далеком прошлом, эти раритеты хранятся как музейные редкости. В настоящее время, разработка проектов основана на использовании новейшего программного обеспечения, наглядно моделирующего внешний вид здания и его поведение при эксплуатации.

Основа проектирования – формирование геометрической модели объекта, как правило, в виде наглядного графического изображения – чертежа. Создание и исследование геометрической модели, то есть процесс геометрического моделирования, может происходить в разных формах. Различают двумерную и трехмерную технологии геометрического моделирования, которые называют соответственно 2D и 3D технологиями. Отказаться от технологий от 2D моделирования невозможно, поскольку инструменты 2D проектирования необходимы для формирования трехмерных чертежей. При помощи систем автоматизированного проектирования разрабатываются планы этажей зданий, схемы для получения разрешений на строительство, компоновки благоустройства территории и др.

Создание 2D-чертежей – это процесс создания и редактирования, а также аннотирования проектов. Они должны обеспечить вынос объекта на местность и привязку его несущих элементов, изготовление конструктивных элементов для их монтажа в процессе строительства, непосредственно возведение объекта, нормальную эксплуатацию построенного здания.

В настоящей статье нами рассмотрены процессы создания строительной документации, (планов, фасадов, разрезов и др. элементов чертежа) в графическом редакторе AutoCAD. Во-первых, порядок выполнения плана в редакторе AutoCAD поддерживается в определенной последовательности. Эффективное использование команд графического редактора AutoCAD возможно при условии достаточного опыта работы с данной системой.

В результате проделанной работы на основании исходных данных были созданы чертежи плана, разреза и фасада здания, выполнен фрагмент планировочной организации земельного участка, приведены цветовые решения оформления фасада здания.

Для разработки проектной документации существует целая система организационно-распорядительных и нормативных документов [1–5]. В состав проектной документации объектов входит 12 разделов. Важным разделом проек-

ной документации, содержащим информацию, необходимую для кадастрового инженера, является раздел, содержащий архитектурные решения по зданию: планы (рис. 1) фасады, разрезы. В текстовой части: описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации; утверждение объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений; рассмотрение композиционных вопросов оформления фасадов и интерьеров объекта; описание решений по отделке помещений; описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей; описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия; описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов; для объектов непромышленного назначения – представление решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров.

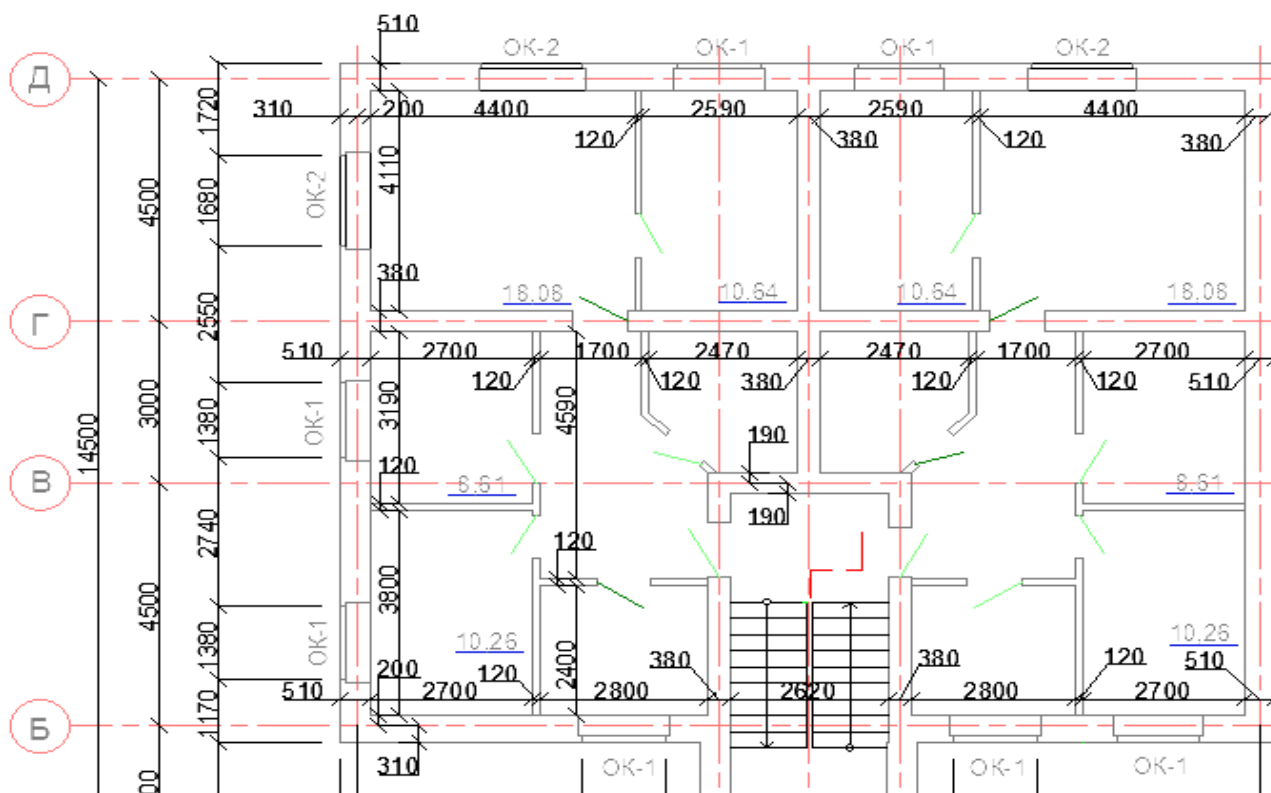


Рис. 1. Фрагмент проектной документации (план этажа)

В графической части: изображение и цветовое решение фасадов (при необходимости); поэтажные планы зданий и сооружений с приведением условными обозначениями, экспликация помещений (рис. 2).

Для проектной документации и результатов инженерных изысканий, выполненных для ее подготовки в обязательном порядке, проводят экспертизу.

Экспертиза проектной документации и результатов инженерных изысканий проводятся в форме государственной экспертизы или негосударственной экспертизы по требованиям, установленным статьей 50 Градостроительного Кодекса РФ от 29.12.2004 № 190-ФЗ [2].

Следующим этапом кадастровый инженер составляет технический план на основе проектной документации и составленных чертежей [4]. Технический план это разработка, в которой подготавливаются определенные сведения об объекте недвижимости, вносимые в Единый государственный реестр недвижимости. Технический план состоит из графической и текстовой частей. Фрагмент графической части, приведен на рис. 3.

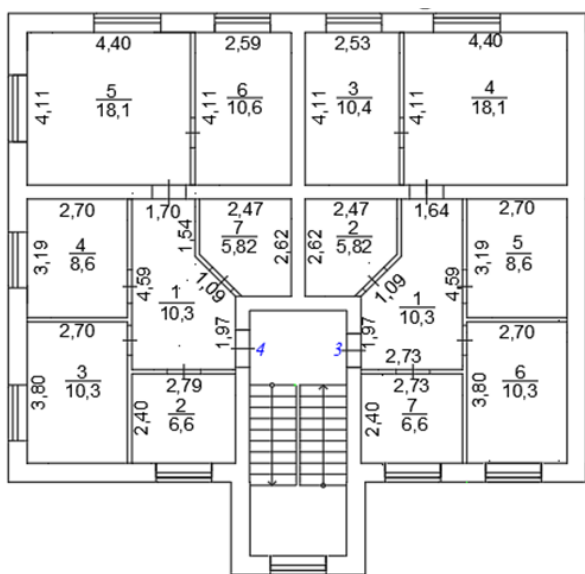


Рис. 2. Поэтажный план, пример оформления

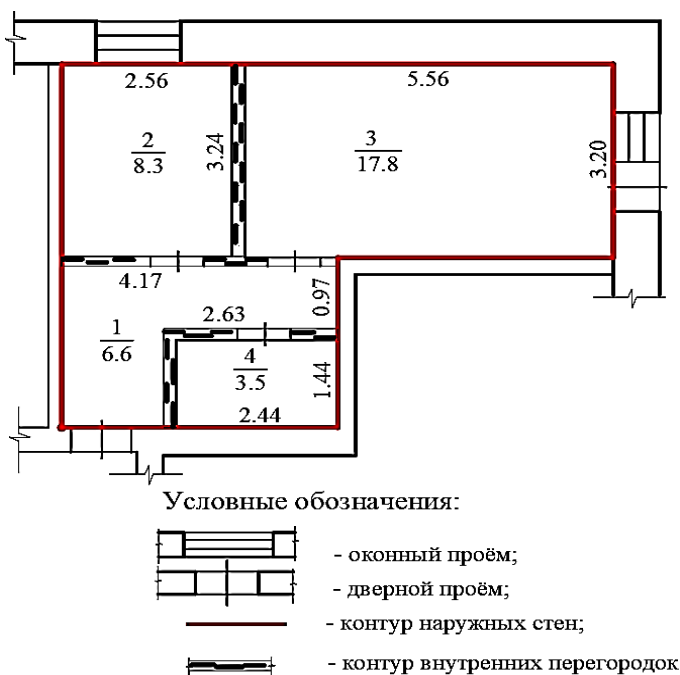


Рис. 3. Графическая часть тех плана

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ (ред. от 03.07.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2016).
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 03.07.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2016).
3. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ (ред. от 03.08.2018).
4. Федеральный закон "О государственной регистрации недвижимости" от 13.07.2015 N 218-ФЗ (последняя редакция).
5. Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию" [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс».

6. Максименко Л. А. Таныгина Е. А., Калюжин В. А. Применение программных продуктов AUTODESK при подготовке обучающихся по направлению «землеустройство и кадастры» // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 1. – С. 240–249.

7. Соськова К. А., Максименко Л. А. О подготовке проектной документации для объектов ИЖС: Сб. статей 26-ой Региональной научной студенческой конференции / «Интеллектуальный потенциал Сибири» (22-24 мая 2018 г.). – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2018. – Ч. 2. – С. 444–445.

© А. А. Бакулина, А. Р. Вальковская, П. С. Скворцова, А. И. Тарбеева, 2019

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SOLIDWORKS ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОДУЛЕЙ ТРЕНАЖЕРА МАШИНИСТА ПУТЕУКЛАДЧИКА УК-25/9-18**

Работа посвящена созданию модулей тренажера машиниста укладочного крана УК-25/9-18 (далее – УК) для повышения эффективности обучения.

При профессиональной подготовке и техническом обучении машинистов УК в настоящее время в основном используется классический способ обучения, включающий в себя различную учебную литературу и плакаты. Иногда учебный материал содержит обучающий видеоматериал, а иногда реальную машину. Вышеперечисленные подходы в обучении не обеспечивают восприятие учебной информации в полном объеме. В итоге обучение происходит на практике путем проб и ошибок. Кроме того, при организации обучения возможны случаи формального подхода к учебному процессу. Были замечены записи о проведении учебного занятия в журналах без его проведения.

Исходя из вышеперечисленного, был сделан вывод: для создания эффективных занятий требуется реальный УК. Применение автоматизированной системы обучения машинистов укладочного крана позволит получить существенные преимущества, а именно позволит:

– максимально усвоить учебный материал благодаря наличию блоков 3D моделирования, видеоряда и теоретического материала, включающего тестирование;

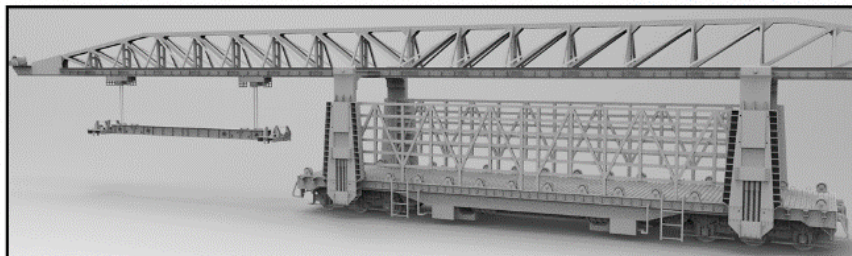
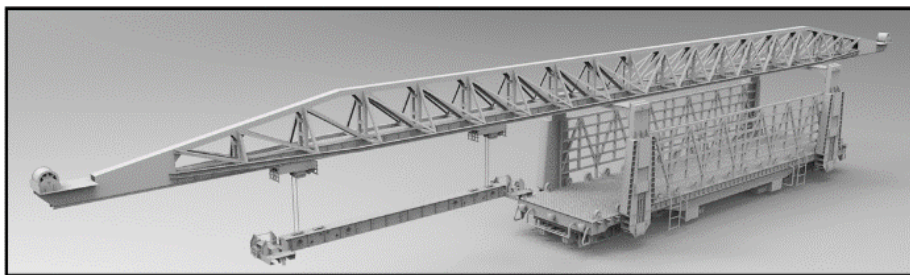
– использовать и установить программы на каждой ПМС и в учебные центры ОАО «РЖД».

В данной работе разработаны модули электронного курса обучения машиниста (десять разделов электронного учебника, включающие в себя сценарии, конспекты лекций, видеоуроки с аудиосопровождением, словарь терминов и 120 тестовых заданий) и тренажер-симулятор (3D модели деталей и сборочных единиц (рисунок), а также сценарии к десяти уровням игры-симулятора и техническое задание для программистов).

При моделировании 3D объектов использовалась специальная литература [1–11].

Во время работы над данным проектом, был проанализирован и учтен отечественный и международный опыт по данному вопросу. Новизна исследования заключается в том, что аналогов созданной разработке нет, поскольку за границей РФ эксплуатируют другую железнодорожную технику для капитального ремонта пути. Так, например, в настоящее время набирает популярность новая австрийская машина RU-800 S.





3D модель путеукладчика УК-25/9-18

Ожидаемые результаты от разработки модулей тренажера машиниста УК заключаются в оценке эффективности практического применения данной системы обучения на производстве (с рекомендациями по устранению недостатков в подготовке машинистов) и снижении затрат на подготовку квалифицированных специалистов для ОАО «РЖД».

Основные положения и результаты работы представлены на университетских (Дни науки – 2018), региональных (Интеллектуальный потенциал Сибири – 2018) и международных («Научное сообщество студентов XXI столетия», «Технические науки», «Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы») конференциях, а также на научно-практических выставках (УчСиб – 2018).

По промежуточным результатам работы получен студенческий грант от центра развития инновационных компетенций СГУПС.

Работа выполнена по гранту ОАО «РЖД» (тема «Разработка тренажерного комплекса для обучения машинистов крана УК»).

Апробация и внедрение работы: в СГУПС при подготовке специалистов по наземным транспортно-технологическим средствам (в т.ч. на базовой кафедре «Устройство и эксплуатация путей машин», ПМС-20, ст. Крахаль), а также на курсах повышения квалификации кадров ОАО «РЖД» в ИТТиПК СГУПС; внедрение системы обучения машинистов УК на сети Российских железных дорог.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 86.00:00.000-01 ТО. Кран укладочный УК-25/9-18. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 2004. – 121 с.
2. Кран укладочный УК-25/9-18. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. МПС РФ, Управление пути, ПТКБ. М, 1996. – 159 с.

3. 236-3902150-Б РЭ. Двигатели ЯМЗ-236М2, ЯМЗМ2. Руководство по эксплуатации. ОАО «Автодизель» (Ярославский моторный завод). Ярославль, 2010. – 171 с.
4. Альбом чертежей укладочного крана УК-25/9-18. Том 1. МПС РФ, Главное управление пути, ПТКБ. – М., 1986. – 270 с.
5. Альбом чертежей укладочного крана УК-25/9-18. Том 2. МПС РФ, Главное управление пути, ПТКБ. – М., 1987. – 309 с.
6. Альбом чертежей укладочного крана УК-25/9-18. Том 3. МПС РФ, Главное управление пути, ПТКБ. – М., 1988. – 351 с.
7. Пособие крановщику (машинисту) по безопасной эксплуатации стреловых самоходных кранов (автомобильных, пневмоколесных, гусеничных, тракторных, железнодорожных). Научно-производственное объединение ОБТ. – М., 1992. – 48 с.
8. Багажов В.В., Воронков В.Н. Машины для укладки пути. Устройство, эксплуатация, техническое обслуживание. М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013. – 428 с
9. Попович М. В. и др. Путьевые машины. – М. : Транспортная книга, 2009. – 819 с.
10. Мокин Н. В. Гидравлические и пневматические приводы : учеб. пособие / ред. В. Н. Анферов. – Новосибирск : СГУПС, 2012. – 173 с.
11. Мокин Н. В. Гидравлические и пневматические приводы : учебник. – Новосибирск, 2004. – 354 с.
12. Петухова А.В., Болбат О.Б. Компьютерное проектирование: опыт организации непрерывной системы обучения графическим дисциплинам // Актуальные проблемы современного образования: опыт и инновации. Материалы научно-практической конференции с международным участием. 2014. С. 440-446.

© Э. С. Бондарев, 2019

*И. А. Бугаева*

*Сибирский государственный университет геосистем и технологий (СГУГиТ)*

## **ОБЗОР ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТЕКСТУРИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПО 3D-МОДЕЛИРОВАНИЮ**

Одним из важнейших аспектов создания 3D-модели объекта является его визуализация. Визуализация – это получение изображения, картинка в объемном виде. При создании конечного результата – программы для 3D-моделирования существуют следующие этапы становления между 2D-картинкой и трехмерным изображением:

- создание технического задания проекта;
- выполнение геометрии заданного проекта;
- текстурирование материалов объектов;
- рендлинг заданного проекта.

Особой сложностью в процессе проектирования предметов является текстурирование объектов. Текстурирование подразумевает проецирование растровых или процедурных текстур на поверхность трехмерного объекта в соответствии с картой UV-координат, где каждой вершине объекта ставится в соответствие определенная координата на двухмерном пространстве текстуры.

Актуальностью нашего исследования является нахождение оптимального программного продукта, который обладает наиболее расширенным функционалом для передачи творческого потенциала проектировщика, его индивидуального видения элементов конструкций в объектно-пространственной среде.

Цель нашего исследования – сравнение программ по созданию 3D-моделей и выбор наиболее оптимальной для текстурирования объектов.

В целях сравнения программного обеспечения (ПО) использовались такие программы как: Autodesk 3ds Max, Autodesk Maya, а также ZBrush и Autodesk Mudbox.

Autodesk 3ds Max – профессиональная программа для создания 3D-графики и анимации. Данная программа используется в различных сферах, начиная от компьютерных игр, строительства, архитектуры, рекламы, а также телевидения и др. 3ds Max позволяет смоделировать различные трехмерные объекты, которые в последующем можно изменять, редактировать, учитывая их местоположение и свет для получения полноценной реалистичной модели.

Изначально предметы, которые создаются в программах для 3D-моделирования, складываются из нескольких элементов, цвет которых «стандартно-серый». Для того чтобы предметы выглядели, достаточно корректными нужно наделить их такими физическими свойствами материалов, как прозрачность, шершавость, сделать их способными отражать и преломлять свет и т. д.

В 3ds Max присутствуют такие функции текстурирования как: раскладка ID материалов, числовые значения параметров (процент прозрачности, размер

блика, глубина цвета, плотность шершавости), процедурные карты параметры освещенности.

Следующая программа для представления 3D-объектов – Autodesk Maya. Это профессиональное ПО для создания, редактирования реалистичной компьютерной графики. Применяется Autodesk Maya для создания анимации, 3D-моделирования, имитаций и визуальных эффектов, 3D-рендеринга и композитинга.

Работая с текстурами, в данной программе, не стоит забывать что, процедурная текстура это не картинка, а трехмерный рисунок, который создается с помощью определенных параметров. Под такими параметрами понимаются: текстурные координаты, развертка, замапливание, маппинг, разшивка, размапливание, раскладка UV.

Наряду с Autodesk 3ds Max и Autodesk Maya можно рассматривать ZBrush и Mudbox.

ZBrush и Mudbox – мощные программные пакеты для создания цифровых скульптур и текстурного окрашивания 3D моделей. Эти программы внешне выглядят почти одинаково. Но есть множество атрибутов, которые отличают их друг от друга.

ZBrush – программа для 3D моделирования, является имитацией процесса «лепки» трехмерной скульптуры, усиленного трехмерной рендеринга в реальном времени. Интерфейс ZBrush довольно прост. В ZBrush есть такие плюсы как: «начать с нуля» и полностью построить модель без использования какого-либо другого программного обеспечения 3D, огромное количество готовых пользовательских кистей, которые можно изменять по своему усмотрению (типы обводки и гибкость изменения обводок в кривых формах), и множество различных функций которых хватает для создания полноценной трехмерной графики. Также программа создает свою топологию с помощью своих инструментов (ZRemesher). ZBrush – это программное обеспечение, которое использует технику для «запекания» карт.

Следующая программа для обзора Autodesk Mudbox – профессиональная графическая программа, предназначенная для моделирования высокополигональных цифровых моделей и текстурного окрашивания 3D-моделей. Это программа из семейства «Autodesk», поэтому графические объекты могут легко импортироваться и экспортироваться между другими ПО этой компании. Mudbox использует больше вычислительной мощности, что является «ценой» для получения полного трехмерного преимущества. Так же программа позволяет создавать, базовые фигуры из скульптурных форм. Рисование текстур в Mudbox предполагает традиционный полноформатный рабочий процесс текстурирования на основе слоев. Каждая карта в назначенном материале и каждый материал могут иметь несколько слоев вместе. Дополнительным преимуществом работы в Mudbox является то, что можно видеть эффект картин в прямом эфире, пока происходит процесс рисования. Это относится ко всем материалам, включая лампы накаливания и зеркальности.

Функциональные возможности перечисленных программных продуктов приведены в таблице.

Сравнительная таблица возможностей программного обеспечения  
по текстурированию 3D-объектов

	Autodesk 3ds Max	Autodesk Maya	ZBrush	Autodesk Mudbox
Область применения	Обширная	Обширная	Обширная	Обширная
Конечная цена пользования	52000р.	52000р.	55000р.	50000р.
ОС	Windows, Mac OS, Linux	Windows, Mac OS, Linux	Windows, Mac OS, Linux	Windows, Mac OS, Linux
Руководство пользователя	+	+	+	+
Популярность производителя	+	+	-	+
<i>Поддержка популярных форматов импорта / экспорта</i>				
3DS	+	+	+	+
COLLADA	+	+	+	+
FBX	+	+	+	+
STL	+	+	+	+
<i>Рендеринг</i>				
Рендеринг	Internal, mental ray	Internal, mental ray	Internal	Internal, mental ray
Качество	+	+	+	+
<i>Поддержка базовых пакетов</i>				
Инструменты анимации	+	+	+	+
UV tools	+	+	+	+
Рисование	-	+	+	-
Моделирование	+	+	+	+
Модификаторы	+	+	+	+
NURBS	-	+	+	-
Динамика / Твердотельные объекты	+	+	+	+
Мягкотельные объекты	+	+	+	+
Частицы	+	+	+	+
Жидкости	-	+	+	+
Наложение изображений	+	-	+	+
Поддержка скриптов	+	+	+	+
<i>Сферы использования</i>				
Визуализация / Дизайн	+	+	+	+
Фильмы	+	+	-	+
Визуальные эффекты / Motion-эффекты	+	+	+	+
Игры	+	+	+	+
Web-дизайн	-	-	+	+
3D в реальном времени / Виртуальная реальность	+	+	+	+

Таким образом, по результатам проведенного обзора возможностей текстурирования объектов в программном обеспечении по 3D-моделированию, на наш взгляд, самым оптимальным программным продуктом является Autodesk 3ds Max. Преимуществами данной программы являются простота в изучении, более простые способы решения задач, фотореалистичный визуализатор, большая база плагинов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ким Ли 3D Studio MAX Искусство трехмерной анимации Platinum Edition (+CD). Диасофт-ЮП, 2005. – 887 с.
2. Хаббелл Д., Бордмэн Т.: 3D Studi VIZ для дизайнера ДиаСофт, 2004. – 663 с.
3. Бондаренко С. В., Бондаренко М. Ю. 3ds max. Легкий старт. – СПб. : Питер, 2005. – 128 с.: ил.
4. Что лучше ZBrush или Mudbox [Electronic resource] – Англ. – Режим доступа: <https://3dpara.ru/what-to-choose-zbrush-or-mudbox/>
5. Mudbox vs Zbrush – 5 Major and important Point of Difference [Electronic resource]. – Англ. – Режим доступа: <https://www.educba.com/mudbox-vs-zbrush/>.

© И. А. Бугаева, 2019

*О. И. Глушкова*

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ И РАСЧЕТ НА ПРОГРЕССИРУЮЩЕЕ РАЗРУШЕНИЕ**

В работе рассматриваются наиболее доступные, распространенные для учебных целей программно-вычислительные комплексы, а именно SCAD Office и ЛИРА-САПР. Целью работы автора является описание методик моделирования и расчета прогрессирующего разрушения в данных программных комплексах.

В строительстве часто используются программные продукты САПР (Система Автоматизированного Проектирования) или САД (Computer-Aided Design). Процесс моделирования в этих программах принципиально отличается от полигонального моделирования (фильмы, анимация, компьютерные игры). При полигональном моделировании, получают визуальный образ объекта, а в САД или САПР – электронно-геометрическую модель.

Базовым типом в САД является твердотельное моделирование. Твердотельное моделирование есть в любой САД-системе. Цель этого метода – получить не только визуальный образ, но и рабочую информацию о будущем объекте, которая может быть представлена в виде чертежей, точных параметров, данных для расчетов и результатов расчетов, 3D-модели, изготовленной на 3D-принтере и т.д.

На сегодняшний день уже можно говорить о полном внедрении информационных моделей в сферу строительства. Были приняты ряд нормативных документов [1–3], которые содержат требования к информационным моделям объектов массового строительства и их разработке на различных стадиях жизненного цикла. Нормативы направлены на повышение обоснованности и качества проектных решений, повышение уровня безопасности в строительстве и эксплуатации.

Моделирование в ПК SCAD и ЛИРА, как правило, является инструментом для расчета строительных конструкций и представляет собой контроль правильности принятых проектировщиком решений, их корректировки и выпуск готового проекта для реализации (рис. 1).

Программный комплекс Лира-САПР предназначен для численного исследования прочности и устойчивости конструкций, а также для автоматизированного выполнения ряда процессов конструирования. «Лира-САПР» обеспечивает исследование широкого класса конструкций: пространственные стержневые и оболочечные системы, массивные тела, комбинированные системы.

SCAD Office – программный комплекс нового поколения позволяющий проводить расчет и проектирование стальных и железобетонных конструкций. В состав комплекса входят универсальная программа конечно-элементного анализа SCAD, а также ряд функционально независимых проектно-расчетных

и вспомогательных программ. Программа SCAD предназначена для расчета сооружения в целом. Другие проектно-расчетные программы ориентированы на выполнение детальных проверочных расчетов несущих строительных конструкций (отдельных балок, колонн, плит) в соответствии с действующими нормами.

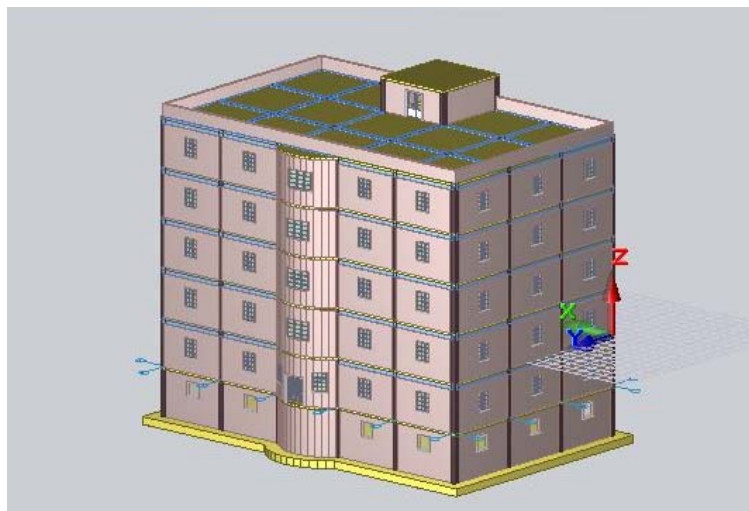


Рис. 1. Модель здания в ПК Лира

Расчет строительных конструкций в любых программных комплексах должен обеспечивать наибольшую достоверность, что достигается путем учета физической и геометрической нелинейности жесткостных характеристик элементов. Должны быть проверены все возможные схемы разрушений отдельных элементов конструкций. Результатом расчета являются усилия, напряжения и перемещения на каждом из этапов приложения нагрузки, картины трещин в стенах и плитах, места образования пластических шарниров, информация об элементах, разрушающихся в первую очередь. Имеется также возможность определить нагрузку, при которой разрушается первый элемент конструкции и по ней можно судить об имеющихся запасах по несущей способности.

Прогрессирующее разрушение является особым видом аварийных ситуаций, причиной которого могут быть такие воздействия и их комбинации, которые не предусматриваются в стандартном расчете. Под прогрессирующим (лавинообразным) обрушением понимается распространение начального локального повреждения в виде цепной реакции от элемента к элементу, которое, в конечном счете, приводит к обрушению всего сооружения или непропорционально большей его части [4].

Необходимость выполнения расчета обусловлена законодательными и нормативными правовыми актами [5, 6]. Основными положениями проектирования зданий, защищенных от прогрессирующего обрушения являются:

- 1) анализ конструктивной системы здания, архитектурно-планировочных решений и системы связей;



2) расчетные нагрузки и воздействия (особое сочетание): нормативные величины постоянных и длительно действующих временных вертикальных нагрузок, а также гипотетическое локальное разрушение;

3) сопротивление материалов: нормативные значения;

4) методики расчета:

– кинематический метод предельного равновесия;

– расчет с использованием программных комплексов (метод конечного элемента) с учетом физической и геометрической нелинейности;

5) принципы конструирования:

– использование ненесущих (в эксплуатации) элементов;

– перевязка вертикальных стыков стен;

– система пластичных связей;

– междуэтажные связи.

Особенностью и преимуществом программных комплексов SCAD Office является использование расчетной модели, учитывающей работу не отдельной конструкции, а поведение здания в целом, как в случае чрезвычайной ситуации, так и при эксплуатации в нормальных условиях (рис. 2).

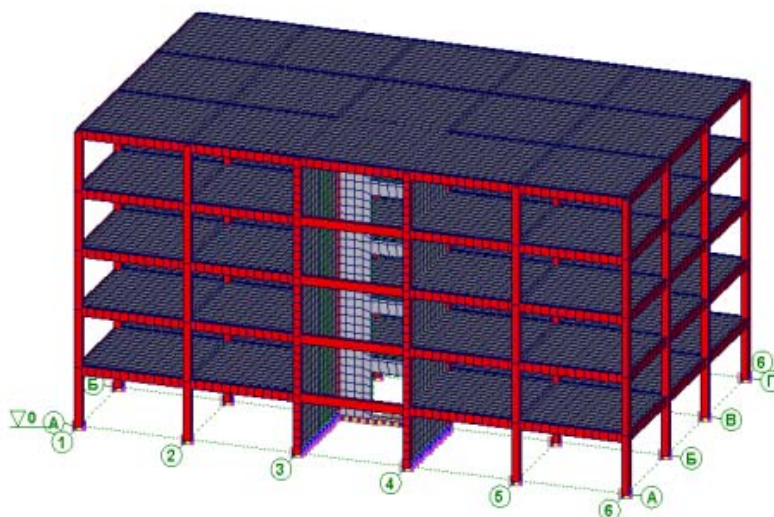


Рис. 2. Расчетная модель в SCAD Office

Основной особенностью расчета строительных конструкций на прогрессирующее обрушение в программных комплексах SCAD Office и ЛИРА-САПР является реализация нескольких стадий расчета [7, 8]. На первой стадии выполняется линейный расчет. На втором этапе в линейной схеме исключаются из работы отдельные несущие элементы (обычно колонны, или фрагменты несущих стен). Рассматривается несколько вариантов расположения исключаемых конструкций. По результатам этих расчетов назначается армирование для расчета модели в нелинейной постановке. На третьем этапе производится расчет здания с учетом физической и геометрической нелинейности, с учетом коэф-

фициента, учитывающего динамику процесса. Расчет проводят с пошаговой корректировкой армирования элементов конструкции до состояния разрушения конструкции. Критериями разрушения конструкций могут служить геометрическая изменяемость системы на  $n$ -ом шаге; лавинообразный рост деформаций и перемещений системы.

ПК SCAD Office выполняет расчет на прогрессирующее разрушение следующим образом [9]. Определяются реакции в узлах вышедших из строя элементов от проверочной комбинации нагрузок; затем полученные значения реакций добавляются в расчетную комбинацию с коэффициентом  $K_f$ ; в проверочную комбинацию добавляется группа нагрузок от веса обрушившихся конструкций с коэффициентом  $K_g$ . После этого формируется новая расчетная схема, в которой разрушенные элементы будут неактивны, выполняется расчет полученной схемы на проверочную комбинацию, формируются расчетные сочетания усилий и выполняется экспертиза несущей способности элементов стальных и железобетонных конструкций (рис. 3).

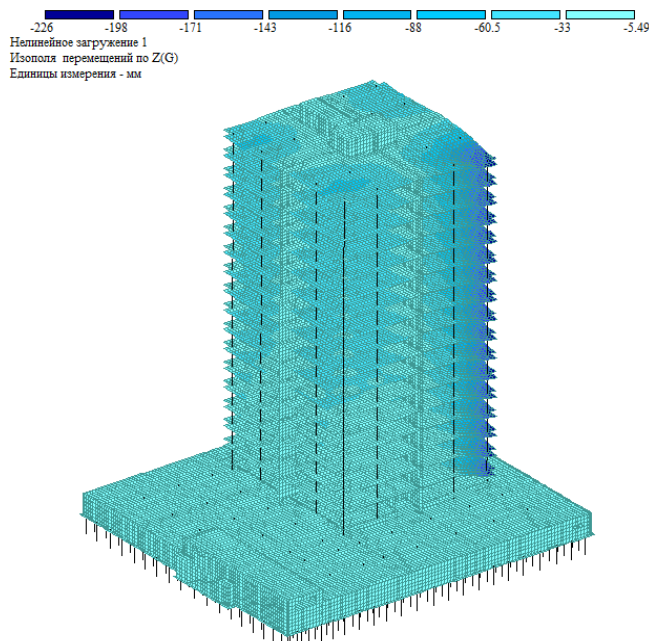


Рис. 3. Моделирование разрушения крайней колонны в ПК ЛИРА-САПР

Результаты расчета на прогрессирующее обрушение отображаются в графической форме. В ПК SCAD отображаются только те элементы, которые выходят из строя на первой ступени (шаге) обрушения. Для определения элементов, которые будут выходить из строя в последующем, требуется дополнительный расчет. ПК SCAD Office не учитывает нелинейность работы материалов железобетонных конструкций, не учитывает мембранный эффект работы арматуры, не позволяет оценить перемещения. В ПК ЛИРА расчеты осуществляются с учетом физической нелинейности работы материала. Результатом расчета являются усилия, напряжения и перемещения на каждом из этапов приложения

нагрузки, картины трещин в стенах и плитах, места образования пластических шарниров, информация об элементах, разрушающихся в первую очередь. Также имеется возможность определить нагрузку, при которой разрушается первый элемент конструкции и по ней судить об имеющихся запасах по несущей способности.

В результате численного моделирования можно получить качественную оценку характеристик устойчивости конструкции по отношению к прогрессирующему обрушению, а также сопоставить несколько возможных сценариев обрушения с целью выявления слабых мест конструкции.

Несмотря на возможность расчета прогрессирующего разрушения с помощью различных методик в ПК SCAD Office и ЛИРА-САПР, достоверность получаемых результатов еще не подтверждена, также следует учитывать, что любой расчет на прогрессирующее разрушение имеет условный характер из-за прогнозируемости аварийной ситуации, характере протекания и поведения конструкций в данных условиях.

Использование 3D-модели позволяет сформировать и оформить конструкторскую документацию, необходимую для производства, изготовления, эксплуатации, ремонта и утилизации объекта.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 333.1325800.2017. Свод правил. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла (утв. приказом Минстроя РФ от 18.09.2017 г. № 1227, введ. 19.03.2018).
2. СП 331.1325800.2017. Свод правил. Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах (утв. приказом Минстроя РФ от 18.09.2017 г. № 1230, введ. 19.03.2018).
3. СП 328.1325800.2017. Свод правил. Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели (утв. приказом Минстроя РФ от 15.12.2017 г. № 1674, введ. 16.06.2018).
4. Руденко Д. В., Руденко В. В. Защита каркасных зданий от прогрессирующего разрушения // Инженерно-строительный журнал. – № 3. – 2009. – С. 38–41.
5. Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 № 384-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/) (дата обращения: 11.12.2018).
6. СП 118.13330.2012. Свод правил. Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 (утв. приказом Минрегиона России от 29.12.2011 г., введ. 01.01.2013).
7. М. Барабаш. Методика моделирования прогрессирующего обрушения на примере реальных высотных зданий // MOKSLAS – LIETUVOS ATEITIS SCIENCE – FUTUREOFLITHUANIA 2014 6(5) / pp. 520–530.
8. В.О. Алмазов, Кхой Као Зуй. Динамика прогрессирующего разрушения монолитных многоэтажных каркасов. – М. : АСВ, 2013. – 128 с.
9. SCAD Office Help [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://scadsoft.com/help/SCAD/ru/index.htm#t=SCAD1049%2Fprogressive\\_collapse\\_calculation.htm](https://scadsoft.com/help/SCAD/ru/index.htm#t=SCAD1049%2Fprogressive_collapse_calculation.htm) (дата обращения: 10.12.2018).

*А. В. Журавлева*

*Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС)*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ КОМПАС АСКОН В ПРОЕКТИРОВАНИИ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ КЛАССА ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ОАО «РЖД»**

Техника безопасности является важной составляющей любого производственного процесса. Правила техники безопасности должны неукоснительно выполняться, особенно на предприятиях, связанных с большими рисками возникновения чрезвычайных ситуаций. На ОАО РЖД производятся работы, сопряженные с повышенной опасностью. Поэтому все работники данного предприятия регулярно проходят обучение или инструктаж по технике безопасности. Для обучения сотрудников оборудуются специальные классы.

Основной целью работы является проектирование класса по технике безопасности для ОАО РЖД и освоение приемов трехмерного моделирования в программе Компас АСКОН. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- изучить проектную документацию по оборудованию учебного класса по технике безопасности (ТБ);
- создать библиотеку мебельных компонентов и фурнитуры;
- освоить операции трехмерного моделирования – «Выдавить», «По сечениям», «Вращать»;
- научиться управлять свойствами деталей, пользоваться справочником материалов;
- выполнить сборочные единицы мебели;
- спроектировать модель класса по ТБ.

Для комплектации класса по всем имеющимся требованиям была получена документация непосредственно в ОАО РЖД. Проект разработан в соответствии с документами, предоставленными компанией «Гасзнак»: проект класса для обучения правилам техники безопасности и чертеж плана класса с расположенным оборудованием. После анализа данных документов была создана ведомость необходимого оборудования.

Для создания трехмерных моделей мебели (шкафов, столов, стульев) предварительно была создана библиотека компонентов, составляющих данную мебель – стенки, полки, двери из ДСП и стекла, фурнитура. Во время создания компонентов были использованы команды трехмерного моделирования «Вращать», «Выдавить», «По сечениям». Для каждой детали мебели в свойствах был задан материал изготовления согласно имеющейся ведомости, а также выбран размер заготовки. В процессе работы использовалась литература [1,2].

Следующим этапом работы было создание сборочных единиц мебели. При создании сборочных единиц были освоены команды «Сопряжение» (опции

«Параллельно», «На расстоянии», «Совпадение»), «Вспомогательная геометрия». Для большей наглядности все сборочные единицы были разнесены на детали с помощью команды «Разнести элементы». Пример созданных объектов показан на рис. 1–6.

Третий этап работы – создание модели сборочной единицы учебного класса. На данном этапе необходимо было создать трехмерную модель класса по имеющимся чертежам. Для решения этой задачи была использована строительная конфигурация программы Компас. План класса был создан по заданным размерам, окна и двери взяли из имеющихся в программе библиотек (рис. 7). Затем при помощи инструмента «Менеджер строительства» на основании данного плана (эскиза будущей модели) была создана трехмерная модель помещения.

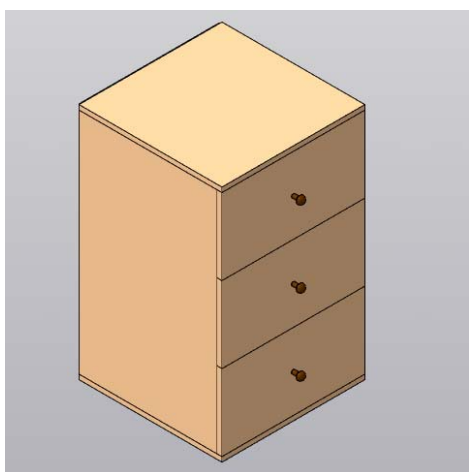


Рис. 1. Сборочная единица «Тумба письменного стола»

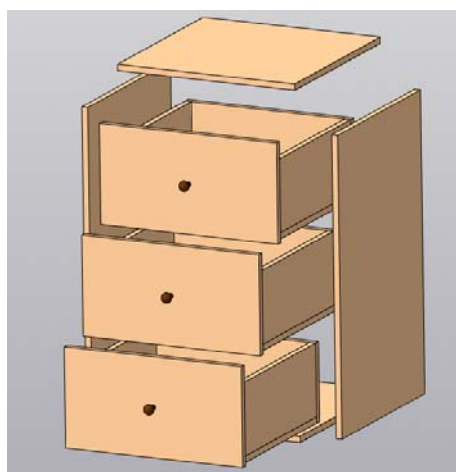


Рис. 2. «Тумба письменного стола», разнесенная на элементы

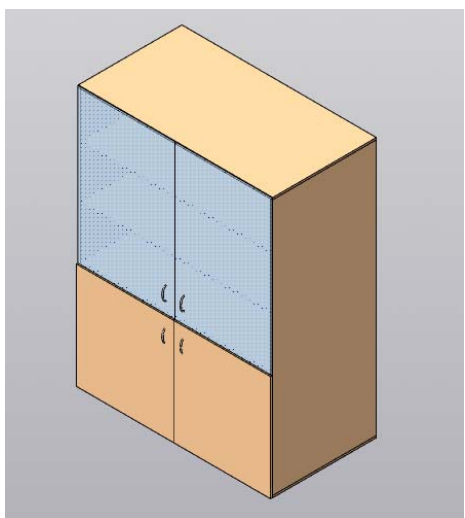


Рис. 3. Сборочная единица «Шкаф книжный»

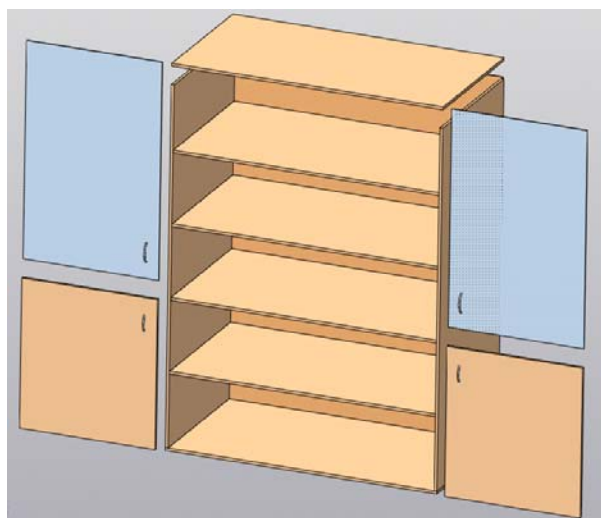


Рис. 4. «Шкаф книжный», разнесенный на элементы

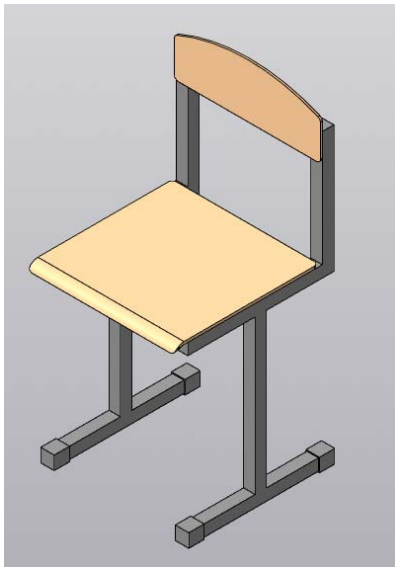


Рис. 5. Сборочная единица  
«Стул ученический»

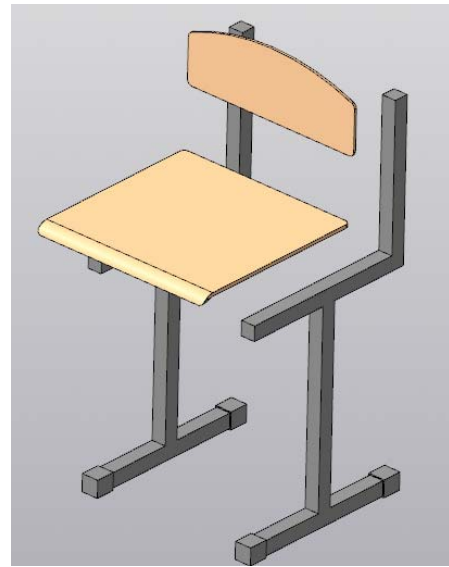


Рис. 6. «Стул ученический»,  
разнесенный на элементы

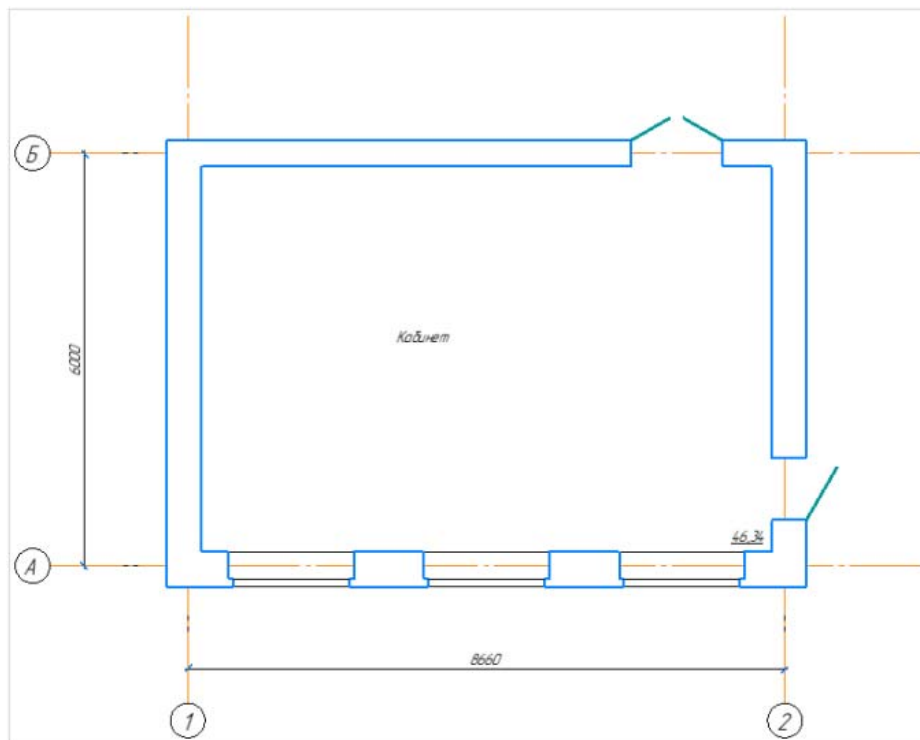


Рис. 7. План класса

Последний этап работы – расстановка оборудования согласно ведомости проекта. При создании модели класса помимо сопряжений для размещения в классе учебных столов и стульев использована команда «Массив по сетке». Созданная модель класса показана на рис. 8.

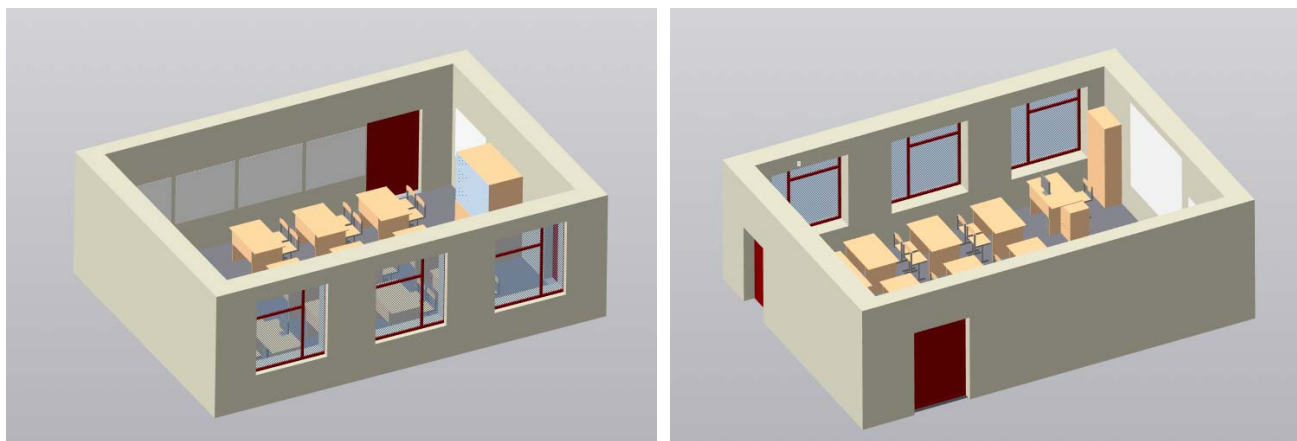


Рис. 8. Трехмерная модель класса для обучения технике безопасности

В результате по размерам заказчика создана трехмерная модель учебного класса для обучения технике безопасности, которая содержит все необходимое оборудование. В процессе создания проекта был получен опыт работы с проектной документацией: чтение строительного чертежа (плана класса) и сборочных единиц мебели, сверка ведомостей оборудования. Отработаны навыки создания трехмерных моделей класса (строительная конфигурация) и сборочных единиц (машиностроительный профиль).

В дальнейшем планируется доработать библиотеку компонентов мебели и фурнитуры (мебельные петли), добавить к сборочным единицам винтовые соединения компонентов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Петухова А. В., Болбат О. Б., Андрушина Т. В. Теория и практика разработки мультимедаресурсов по графическим дисциплинам. – Новосибирск : Изд-во СГУПС, 2018. – 76 с.
2. Вольхин К. А. Основы компьютерной графики : электронное учебное пособие для студентов направлений 270100 "Строительство" и 270300 "Архитектура" [Электронный ресурс] / К.А. Вольхин ; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). – Электрон. текст., граф. дан. и прикладная программа (404 Мб). – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2010. – Режим доступа: [http://ng.sibstrin.ru/wolchin/umm/l\\_kg/index.htm](http://ng.sibstrin.ru/wolchin/umm/l_kg/index.htm)

© А. В. Журавлева, 2019

*А. А. Ким*

*Сибирский государственный университет геосистем и технологий (СГУГиТ)*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ КАДАСТРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Современное высокотехнологичное общество нуждается в точной геопро- странственной информации о результатах антропогенного воздействия на ок- ружающую среду: объекты капитального строительства, подземную и надзем- ную городскую инфраструктуру, инженерные сети и др. Наличие цифровых данных о таких объектах позволяют достигнуть качественных результатов в управлении городскими системами. Для получения соответствующих сведе- ний применяются современные измерительные технологии, такие как лазерное сканирование, беспилотные и пилотируемые авиационные системы, традици- онные наземные методы и пр. Они позволяют представлять местоположение объектов в пространстве координатами X, Y, Z.

В настоящее время, окружающая нас реальность четырехмерна (в каче- стве четвертого измерения выступает время). Актуальность учета временного фактора проявляется при учете и моделировании объектов капитального строительства (ОКС), характеризующихся определенным сроком эксплуата- ции и необходимостью планирования периодического ремонта (как планово- го, так и капитального). Максимальная эффективность использования и управ- ления моделями ОКС достигается при наличии единой базы, содержащей всю семантическую и графическую информацию об объектах, описании кон- структивных элементов ОКС с помощью динамических параметров и обес- печении возможности доступа всех заинтересованных сторон к моделям в режиме реального времени. Такой подход получил название «Building Information Modelling» (BIM – информационное моделирование объектов не- движимости) [1].

BIM – процесс коллективного создания и использования информации о со- оружении, формирующий надежную основу для всех решений на протяжении жизненного цикла объекта (от самых ранних концепций до рабочего проекти- рования, строительства, эксплуатации и сноса) [2].

Предложенное общее определение рассматривает BIM в качестве процесса моделирования, однако ряд зарубежных и российских публикаций [3–7] трак- тует BIM как конечный продукт – информационную модель объекта недвижи- мости (здания, сооружения или помещения). В рамках научной статьи были ис- пользованы оба понятия BIM: процесс и модель.

Долгое время процесс информационного моделирования использовался лишь в сфере проектирования и строительства объектов недвижимости со сложной архитектурой и был основан на представлении и описании физических границ объектов (стены, потолки, двери, окна и перекрытия). В основе такого



подхода лежит иерархическая структура, описывающая такие элементы как отдельные подмножества – стандарт Industry Foundation Classes (IFC) [8]. Вместе с тем, вступление в силу в 2012 году международного стандарта Land Administration Domain Model (LADM) [9] и одновременное развитие систем трехмерного кадастра в разных странах [10–13] обеспечили возможность использования BIM при описании правовых пространств внутри ОКС, принадлежащих разным собственникам.

Представленное научное исследование направлено на изучение преимуществ интеграции информационных моделей в единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН) на примере создания BIM-модели объекта капитального строительства с кадастровым номером 54:35:053575:3516, расположенного в г. Новосибирске на основании существующей проектной документации (далее – объект исследований).

Актуальность работы подтверждается существующей стратегией информационного развития общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы [14], в которой большое внимание уделяется внедрению BIM технологий в различные области, а также законодательной возможностью применения информационных моделей объектов недвижимости при подготовке технических планов объектов капитального строительства [15].

В качестве технического решения для создания BIM-модели проектируемого объекта был выбран программный комплекс Autodesk Revit Architecture. Данный продукт поддерживает все современные требования к проектированию информационных моделей ОКС, позволяет производить различные расчеты и анализировать данные, обеспечивает возможность совместной работы над проектом [16–20]. Также, важным фактором является наличие бесплатной полнофункциональной учебной версии программы для обучающихся и преподавателей высших учебных заведений.

Результатом работы в программе стала информационная модель объекта исследования, полностью отвечающая требованиям законодательства в области кадастра [15], содержащая данные, как о самом здании, так и о 361 помещении внутри него, которая представлена на рис. 1.



Рис. 1. Информационная модель объекта исследований

В процессе выполнения проекта были выделены три основных преимущества внедрения BIM-моделей в ЕГРН относительно существующих двумерных моделей ОКС, которые можно представить в виде соответствующего перечня.

1. Простота восприятия данных (наглядность).

Для учета и регистрации ОКС кадастровыми инженерами подготавливаются технические планы, которые основаны на определении пространственного положения и описании внутренних характеристик объектов на основе обмеров и существующих проектных данных. Основными формами таких сведений, чаще всего, являются двумерные цифровые поэтажные планы, либо данные, представленные в печатном виде, которые являются сложными для восприятия и не отличаются наглядностью. В случае подготовки документов на основании BIM-моделей, представленных строительными организациями, информация обо всех характеристиках объектов представляется в виде динамических компонентов, сведения о которых хранятся в самой модели, что обеспечивает лучшую наглядность данных (рис. 2).

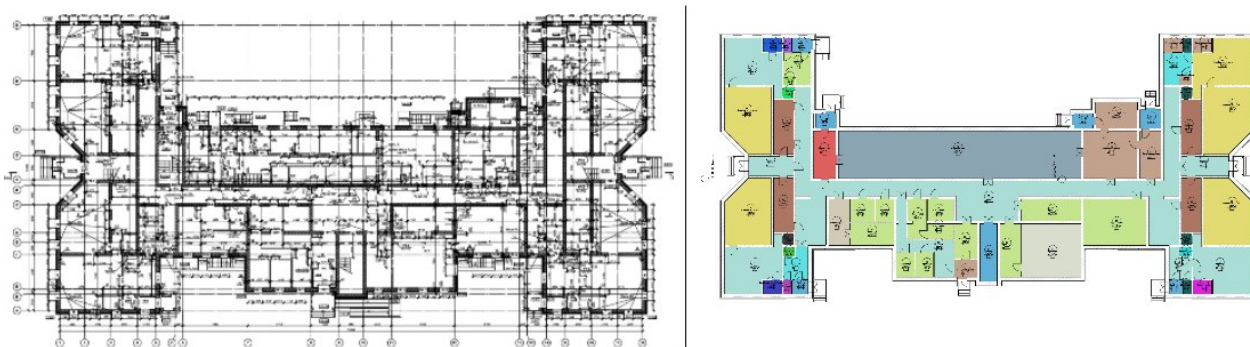


Рис. 2. Представление проектных данных в виде BIM-модели

2. Возможность автоматического расчета параметров ОКС и редактирования семантики модели.

В процессе кадастрового учета объектов капитального строительства в информационную базу ЕГРН вносится ряд основных и дополнительных сведений об объектах недвижимости, перечень которых зависит от вида объекта (здание, сооружение или помещение). В рамках выполнения данного проекта был сделан акцент на возможности модернизации процесса подготовки данных для учета помещений. При традиционном подходе, конфигурация помещений (площадь, размеры и пр.) определяется путем соответствующих обмеров кадастровым инженером. В случае использования в качестве проектных данных соответствующих BIM-моделей, достоверность сведений в которых подтверждена соответствующим образом, необходимость обмеров отсутствует, поскольку такие параметры, как площади, линейные размеры, объемы и пр. вычисляются автоматически и заносятся в соответствующие поля.

Стоит отметить соответствие структуры сведений действующей форме XML-схемы. При экспорте информационной модели в формат .xml и соответ-

ствующей доработке программного обеспечения, используемого для подготовки технических планов ОКС, сведения из информационной модели могут быть автоматически извлечены в соответствующие поля, что избавит кадастровых инженеров от ряда операций, выполняемых вручную, и приведет к сокращению сроков и стоимости подготовки технических планов.

### 3. Целостность модели.

Характерной особенностью BIM-технологий является параметрическое моделирование ОКС, соответственно, все связи между элементами и объектами задаются с помощью параметров, которые можно динамически менять. Таким образом, если при изменении различных параметров в традиционные 2D модели требуется внести изменения во все виды отчетной документации, то в BIM-моделях такие изменения происходят автоматически, что исключает возможность совершения ошибок.

Также, помимо сведений о самих ОКС, BIM-модели содержат в себе данные об инженерных коммуникациях и других системах различного назначения, связанных с объектами, таким образом, устраняется актуальная на сегодняшний день проблема разрозненности данных в моделях.

Для успешной реализации представленной концепции в практике ведения ЕГРН, необходимо решить ряд вопросов:

- доработать техническую и организационную структуру работы с трехмерными (BIM) моделями (на сегодняшний день, прием таких моделей может быть осуществлен, однако хранение и выдача сведений о таких объектах осуществляется в двухмерном формате);

- провести соответствующие разъясняющие семинары и мастер-классы для членов профессионального сообщества (кадастровых инженеров) и сотрудников Росреестра;

- более подробно описать требования к подготовке трехмерных (BIM) моделей;

- наладить взаимодействие со специалистами строительной области в вопросе интеграции и проверки BIM-моделей.

На основе изучения успешного зарубежного опыта интеграции информационных моделей ОКС в кадастр, авторами предлагается ввести обязательность наличия BIM-моделей при получении разрешения на строительство и ввод в эксплуатацию многоквартирных жилых домов и крупных строительных объектов.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Талапов В. В. (2011). BIM: что под этим обычно понимают. CADmaster. – № 2 (57). – С. 10–16.

2. Лялин Д. О., Машталер С. Н., Дмитренко Е. А. (2017). Применение программного комплекса AUTODESK REVIT в проектной деятельности. Здания и сооружения с применением новых материалов и технологий. – № 3 (125). – С. 23–27.

3. Monteiro A., Martins J. P. (2013). A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design. Automation in Construction, 35, 238-253. doi:10.1016/j.autcon.2013.05.005.

4. Shick Alshabab M., Vysotskiy A.E., Khalil T., Petrochenko M.V. (2017). BIM-Based Quantity Takeoff. Construction of Unique Buildings and Structures. № 4 (55). – С. 124–134.

5. ЗВСОФТ. Понятие BIM технологии в проектировании: что такое информационное моделирование зданий в строительстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zwsoft.ru/stati/ponyatie-bim-tekhnologii>.
6. Петрова Е. Рубрика BIM. Записи проектировщика. GREEN BIM, CFD. Современные технологии проектирования и строительства зданий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bim-proektstroy.ru/?cat=7>.
7. Библиотека информационных моделей. Внедрять, нельзя ждать! Об опыте и перспективах применения BIM в строительстве [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://bimlib.ru/articles/vnedryat-nelzya-jdat-ob-opyte-i-perspektivah-primeneniya-bim-v-stroitelstve-36/>.
8. ISO (2013). ISO 16739, Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries (IFC). ISO, Geneva, Switzerland.
9. ISO (2012). ISO 19152, Geographic Information – Land Administration Domain Model (LADM), ed. 1. ISO, Geneva, Switzerland.
10. Этапы и виды кадастровых работ. Мир кадастра. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mirkadastra.ru/kadastryj-uchet/etapy-kadastryx-rabot.html#i>.
11. Mohamed El- Mekawy, Jesper Paasch, Jenny Paulsson Integration of 3D Cadastre, 3D Property Formation and BIM in Sweden // 4th International Workshop on 3D Cadastres. 9-11 November 2014. Dubai, United Arab Emirates. – P. 17–34.
12. McGraw Hill Construction (2014). The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets. Smart Market Report. Retrieved from [http://heyblom.websites.xs4all.nl/website/newsletter/1402/Report\\_on\\_Value\\_of\\_BIM.pdf](http://heyblom.websites.xs4all.nl/website/newsletter/1402/Report_on_Value_of_BIM.pdf).
13. Measuring the Impact of BIM on Complex Buildings. (2015). DODGE Data&Analytics Retrieved from <https://c.ymcdn.com/sites/www.nibs.org/resource/resmgr/Docs/BIMSmartMarketReport.pdf>.
14. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы : Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203 [Электронный ресурс]. – Доступ из информационно-правового портала «ГАРАНТ.РУ».
15. Об утверждении формы технического плана и требований к его подготовке, состава содержащихся в нем сведений, а также формы декларации об объекте недвижимости, требований к ее подготовке, состава содержащихся в ней сведений : Приказ Минэкономразвития России от 18.12.2015 № 953 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
16. Купров А. В., Медведев П. П. Технология проектирования общественных зданий в среде Revit // Ресурсосберегающие технологии, материалы и конструкции. Региональная науч.-практ. конф. (Петрозаводск, 24 апреля 2015) – Петрозаводск: Издательство Петропресс 2016. – С. 52–59.
17. Autodesk. Autodesk Revit Products. Retrieved from <https://www.autodesk.ru/products/revit-family/overview>.
18. Петров М. П. Переход на BIM-технологии в проектировании на примере Autodesk Revit // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе : материалы конференции. – Пермь : Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2015. – Вып. 1. – С. 447–449.
19. План внедрения технологий информационного моделирования зданий (BIM – Building Information Modelling) в области промышленного и гражданского строительства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru/press/3d-proektirovanie-budet-ispolzovatsya-v-oblastipromyshlennogo-i-grazhdanskogo-stroitelstva/>.
20. Черных М. А., Якушев М. Н. BIM-технология и его продукты на его основе в России // Вестник ИжГТУ им. М. Т. Калашникова. – 2014. – № 1 (61). – С. 119–121.

© А. А. Ким, 2019

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И ЗАСТРОЙКИ НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТА ИЖС

В условиях непрерывно обновляющегося градостроительного законодательства и развития информационного моделирования в строительстве, моделирование территории землепользования и застройки становится актуальной задачей.

В настоящее время правила землепользования и застройки (ПЗЗ), СП 42.13330.2016, носят рекомендательный характер и применяются на добровольной основе. Отступление от рекомендованных правил размещения объектов на индивидуальном участке в настоящее время практически не отслеживается, а возникающие противоречия часто относят к нарушениям «соседских прав».

Для получения разрешения на строительство или реконструкцию индивидуального жилого дома необходимой проектной документацией является СПОЗУ (рис. 1). Графическая часть СПОЗУ включает в себя следующую информацию:

- границы участка земли, соответствующие межеванию и кадастровому учету;
- контуры и точные габариты планируемого объекта капитального строительства с точным расположением в границах участка без внутренних обозначений;
- имеющиеся строения и объекты, предназначенные к сносу (наносит на схему с соответствующими обозначениями);
- схему расположения инженерных сетей с обозначением возможности и мест, где будет осуществляться подключение капитального строения.

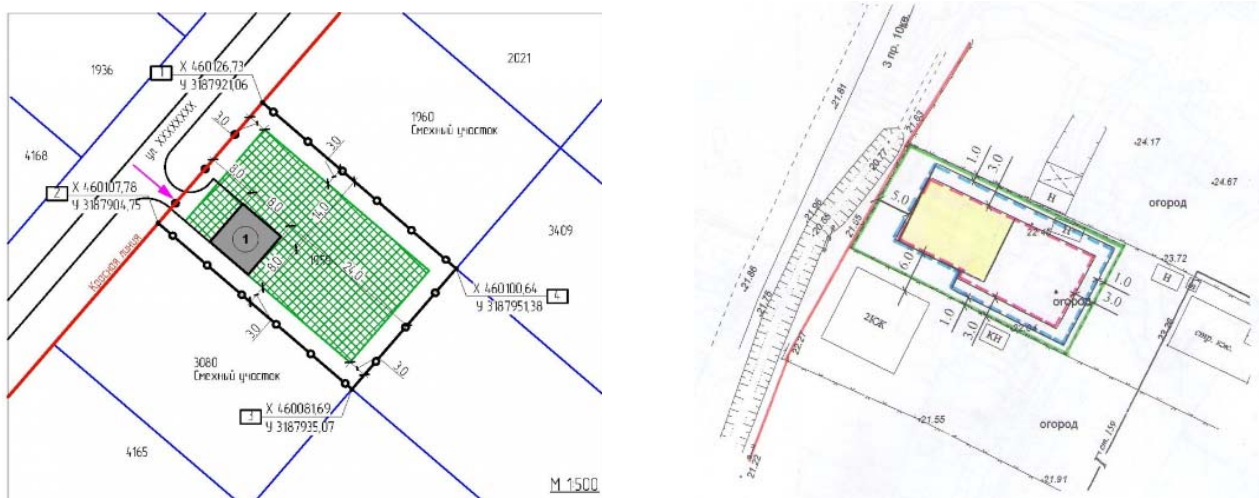


Рис. 1. Схема СПОЗУ

В СП 333.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве» выделяются пять базовых уровней проработки моделей от LOD 100 до LOD 500. Нашим целям соответствует LOD 100 (200), где элементы ЦИМ представлены в виде трехмерного объекта с пространственным положением, ориентацией и необходимой атрибутивной информацией, применяемой для разработки архитектурно-градостроительных решений. Подобные модели отличаются небольшим потреблением электронных ресурсов, обладают большой наглядностью.

За основу для создания трехмерной модели был взят земельный участок с видом разрешенного использования «для индивидуального жилищного строительства», на котором был размещен объект капитального строительства в соответствии с требованиями ПЗЗ. 3D-модель объекта, представленная на рис. 2, была создана посредством вставки блоков, из разработанной библиотеки моделей строений.

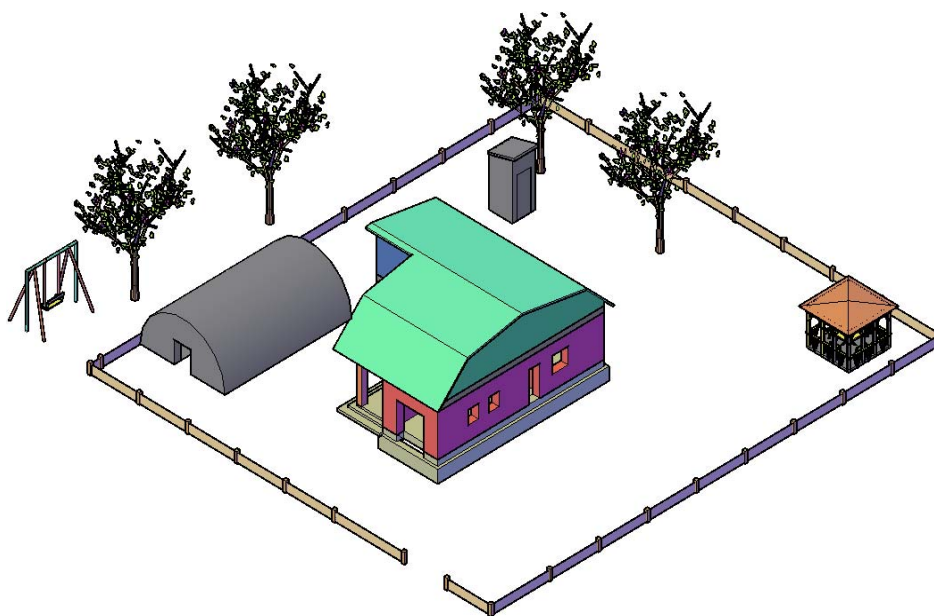


Рис. 2. 3D-модель земельного участка

Таким образом, как видно на рис. 3, благодаря трехмерному моделированию можно решить вопросы не только 3D построения ОКС, но и оптимального размещения хозяйственных построек на земельном участке, с учетом требований ПЗЗ, что в свою очередь, позволяет оптимизировать процесс разработки архитектурно-градостроительных решений.

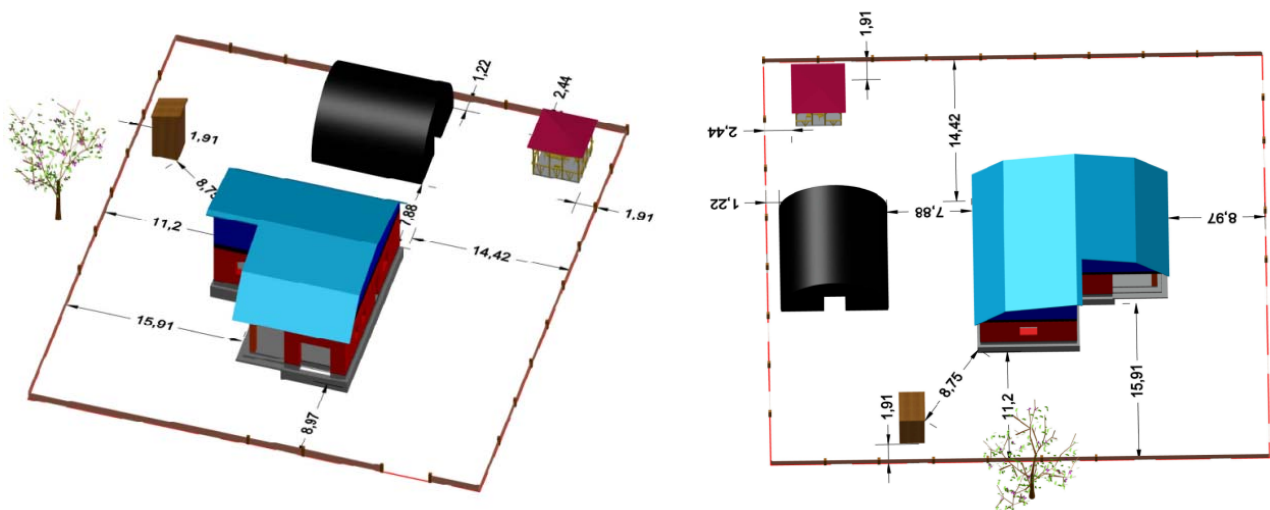


Рис. 3. Размещение объектов на земельном участке

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ (ред. от 03.07.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2016).
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 03.07.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2016).
3. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ (ред. от 03.08.2018).
4. Федеральный закон «О государственной регистрации недвижимости» от 13.07.2015 № 218-ФЗ (последняя редакция).
5. Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию" [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс».
6. Максименко Л. А., Таныгина Е. А., Калюжин В. А. Применение программных продуктов AUTODESK при подготовке обучающихся по направлению «землеустройство и кадастры» // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 1. – С. 240–249.
7. Соськова К. А., Максименко Л. А. О подготовке проектной документации для объектов ИЖС: Сб. статей 26-ой Региональной научной студенческой конференции / «Интеллектуальный потенциал Сибири» (22–24 мая 2018 г.). – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2018. – Ч. 2. – С. 444–445.

© М. И. Коваленко, 2019

*М. И. Коваленко, В. Ю. Корбе*

*Сибирский государственный университет геосистем и технологий (СГУГиТ)*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ УЧЕБНОГО ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ПОЛИГОНА**

При всем многообразии геодезических измерений все они сводятся к трем видам: угловым, линейным и высотным. Освоение студентами методов и технологий геодезических измерений не должно ограничиваться учебным классом или лабораторией. Пространство обучения необходимо увеличивать как за счет полевых производственных практик, так и постоянного сотрудничества с предприятиями, осуществляющими деятельность по смежным с геодезией направлениям.

Одним из передовых геодезических полигонов в России является Заокский геополYGON МИИГАиК. Его общая площадь составляет 50 км<sup>2</sup>. На основе аэрофотосъемки были созданы учебные карты территории полигона. Заложено порядка 30 пунктов локальной учебной геодезической сети, закрепленных грунтовыми реперами. Имеются материалы территории полигона, созданные по многолетним гравиметрическим съемкам. Сама местность имеет большое разнообразие картографических объектов. Различные населенные пункты, развитая дорожная сеть, объекты гидрографии и сельхозугодия.

У СГУГиТ тоже имеется свой полигон, но в настоящее время он практически не используется (рис. 1). В связи с этим нами предлагается разработка проекта по его реконструкции. На данном этапе авторами изучена имеющаяся нормативная литература и примеры других подобных полигонов, которые имеются на территории страны.



Рис. 1. Территория учебного геополYGON СГУГиТ



При проектировании учебного варианта полигона нужно учесть такие факторы как:

- виды измерений и типы приборов, которые будут применяться при его создании;
- наличие в районе полигона пунктов ГГС, которые можно будет использовать в процессе его проектирования;
- сейсмическую устойчивость района;
- возможность подъезда к геодезическим пунктам;
- отсутствие промышленных объектов и сельскохозяйственных угодий, препятствующих качественному проведению измерений и выполнению всех требований по обеспечению сохранности пунктов полигона.

После работы с программным обеспечением, и получения исходных данных (рис. 2), нами были изучены и отработаны методы создания 3D-моделей местности, а также различные способы его представления. В качестве основного программного комплекса был выбран Autodesk Civil 3D, который полностью отвечает поставленным задачам.

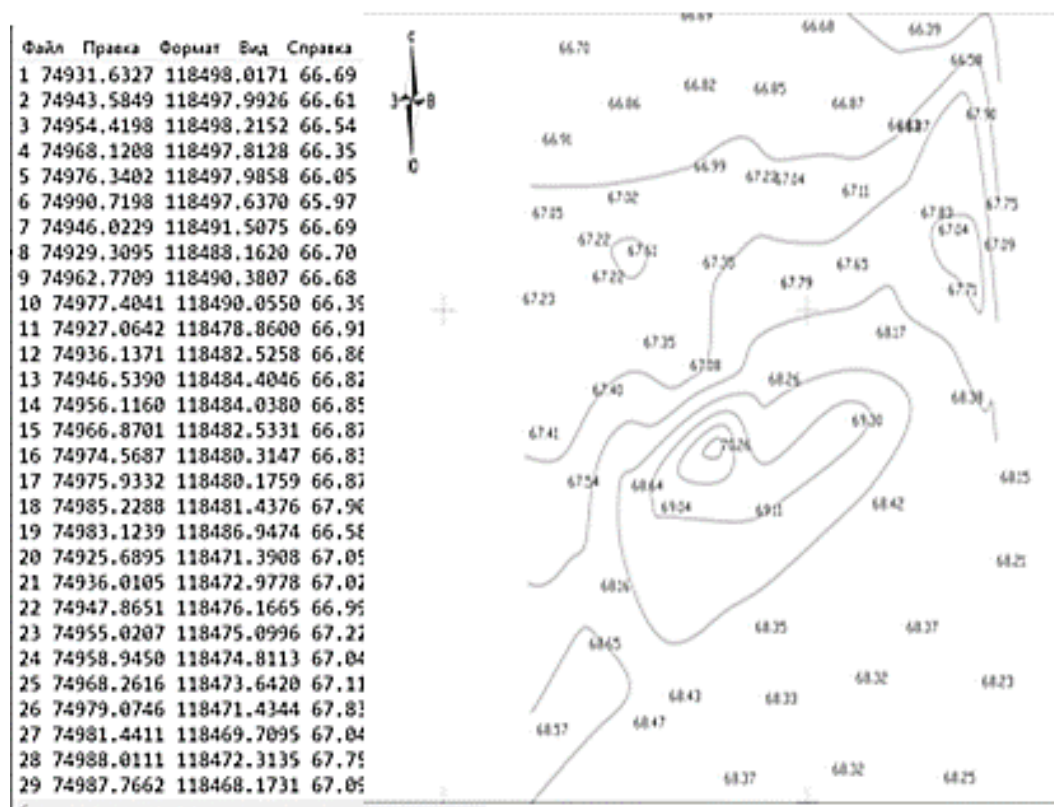


Рис. 2. Исходные данные

Созданная модель местности показана на рис. 3. Также она представлена в различных видах для более наглядного отображения рельефа (рис. 4).

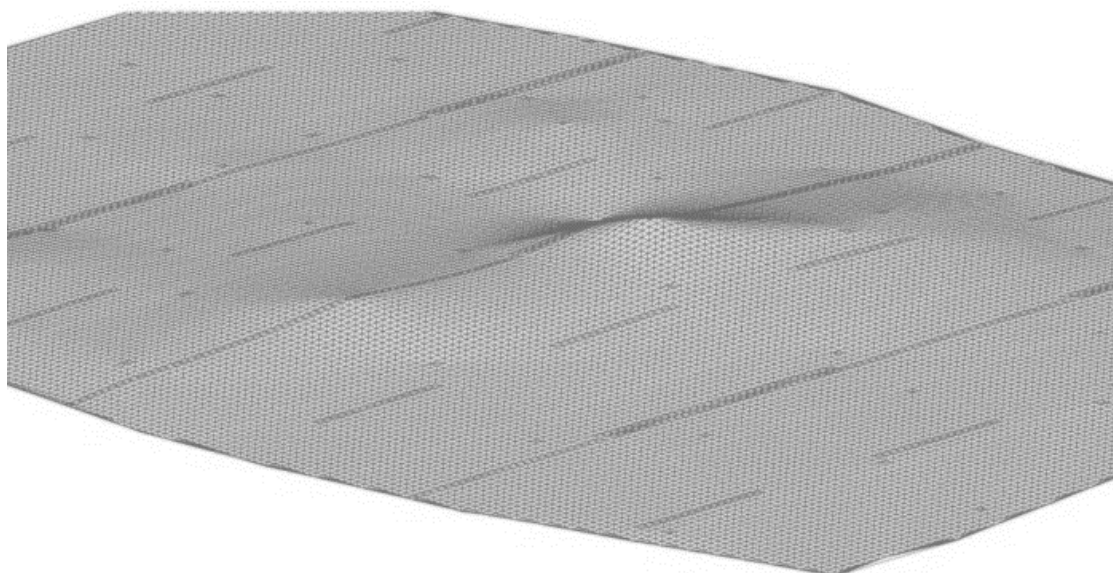


Рис. 3. Модель рельефа, построенная по учебным данным

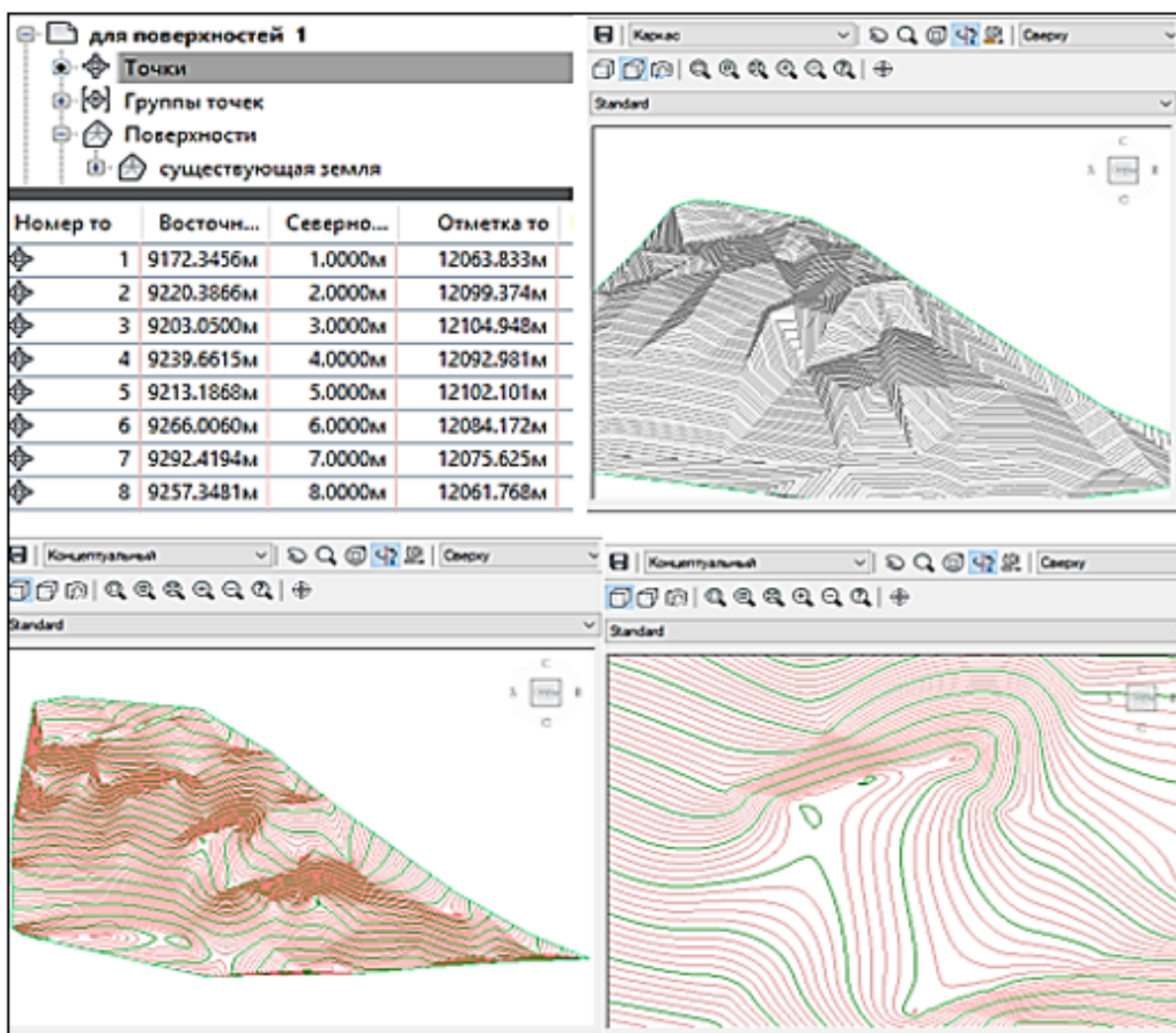


Рис. 4. Виды представления рельефа

В процессе выполнения работы была изучена нормативная литература и на основе полученной информации сформулированы следующие предложения. Для подготовки квалифицированных кадров геодезического профиля требуется создание и оснащение учебных геодезических полигонов, что позволит получать не только теоретические познания в области геодезии, но и практический опыт, а также опыт в научно-исследовательской деятельности. На качество получаемых знаний также влияет окружающая обстановка. Так как обучающиеся будут проживать на территории полигона во время прохождения практики, то улучшение комфортности условий проживания окажет положительное влияние на качество получаемых знаний. Ведь в более комфортных условиях работа наиболее продуктивна.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию" [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс».
2. <https://www.autodesk.ru/products/civil-3d/overview>.

© М. И. Коваленко, В. Ю. Корбе, 2019

*М. А. Федоренко, К. В. Левина*

*Сибирский государственный университет геосистем и технологий (СГУГиТ)*

## **ОБУСТРОЙСТВО КОМПЬЮТЕРНОГО КЛАССА В УСЛОВИЯХ РАБОТЫ БОЛЬШИХ ГРУПП ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Многие специалисты отмечают, что внедрение компьютеров в обучение не дает того эффекта, который следовало бы ожидать. Причину этого они видят в недостаточной разработке теоретических основ компьютеризации обучения [1]. Требуется решение задач, связанных с разработкой технологии обучения и, в частности, обустройством компьютерного класса по правилам и нормам техники безопасности.

Целью работы является изучение и соблюдение санитарных правил и норм; рассмотрение требований к помещениям для эксплуатации компьютеров, к освещению помещений и рабочих мест, а также организации режима труда и отдыха.

В соответствии с [2] площадь на одно рабочее место, оснащенное компьютером во всех учебных учреждениях должна быть не менее  $6,0 \text{ м}^2$ , а объем – не менее  $24,0 \text{ м}^3$ . Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300–500 люкс. При использовании искусственного освещения, преимущество отдается люминесцентным лампам. Допускается применение ламп накаливания в светильниках местного освещения. Расстояние между рабочими столами с видеомониторами должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1,2 м. Оптимальное расстояние экрана видеомонитора от глаз пользователя на должно быть в пределах 500–700 мм (рис. 1).

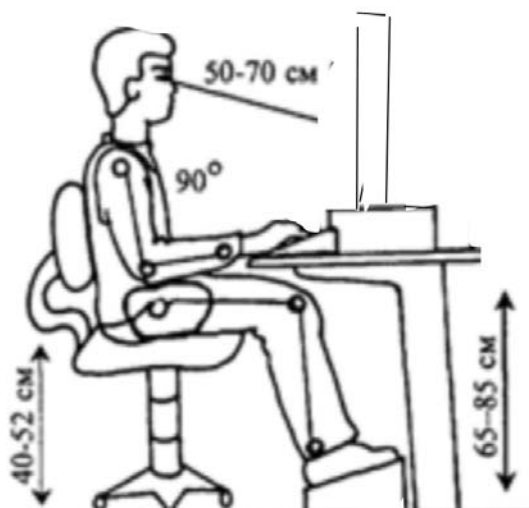


Рис. 1. Регламентируемые расстояния при работе пользователей

Рабочее место преподавателя оборудуется компьютером, видеопроектором и экраном для мультимедийных презентаций.

Расстановка рабочих мест в компьютерном классе должна обеспечить свободный доступ обучающихся и преподавателя во время урока к рабочему месту. На рис. 2 представлен вариант расположения учебных мест, наиболее часто используемых на практике. Недостатками данной планировки являются: плохая доступность обучающихся и преподавателя к рабочим местам, отсутствие визуального контроля обучающихся, недостаток рабочих мест обеспеченных компьютерами, отсутствие подъемно-поворотных кресел.



Рис. 2. Расстановка компьютеров в аудитории

Наиболее простая и в тоже время соответствующая требованиям [2] является расстановка рабочих мест «по периметру» (рис. 3). Благодаря такому расположению компьютеров преподаватель может контролировать выполнение заданий студентами, также к каждому рабочему месту имеется свободный доступ.



Рис. 3. Схема расположения рабочих мест «по периметру»

Число рабочих мест для обучающихся может быть варьироваться в зависимости от наполняемости учебных групп. Количество компьютеров, необходимых для оснащения класса определяется из расчета, что на одного обучающегося приходится один компьютер. Если численность групп достигает 20 человек и больше, то и площадь аудитории должна быть соответственно более 100 м<sup>2</sup>? Одним из вариантов решения проблемы нехватки рабочих мест является применение мобильных компьютеров в сочетании со стационарными компьютерами. Достоинствами применения данного варианта является доступность и вариативность. Так как это дает возможность использовать аудитории даже с малым количеством рабочих компьютерных мест.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat <http://www.dissercat.com/content/didakticheskie-usloviya-primeneniya-kompyuternykh-tekhnologii-v-obuchenii#ixzz5ZlhbI59Y>.
2. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы".

© М. А. Федоренко, К. В. Левина, 2019

**В. В. Панулов**

*Сибирский государственный университет водного транспорта (СГУВТ)*

## ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ОСЕВОГО ВОДОМЕТА В ПРОГРАММЕ SOLIDWORKS

Суть данной работы заключалась в построении трехмерной модели осевого водомета и визуализации потока жидкости в трубе и выходном сопле водомета [1].

Построение модели проводилось в программном комплексе «SolidWorks» ver.2018. Данный продукт позволяет моделировать сложные поверхности и имеет модуль для задач гидро- и газодинамики, кроме этого, обладает интуитивно понятным интерфейсом и возможностью простого редактирования моделей. Модель осевого водомета состоит из следующих деталей:

- 1) труба водовода;
- 2) спрямляющий аппарат;
- 3) рабочее колесо;
- 4) гребной вал.

Общий вид построенных деталей представлен на рис. 1–4.

Следующим этапом являлась сборка всех компонентов, ее вид представлен на рис. 5.

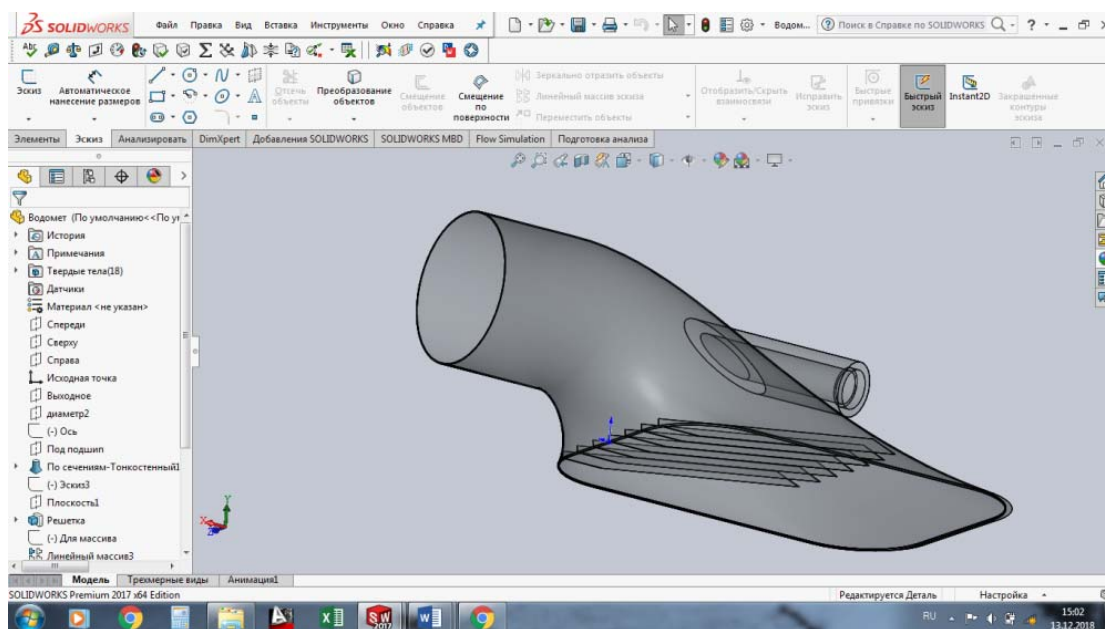


Рис. 1. Труба водовода

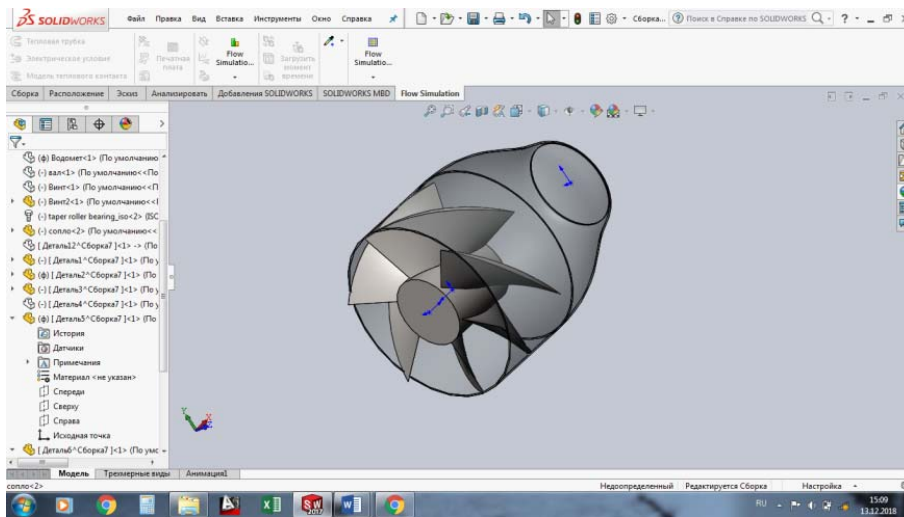


Рис. 2. Спрямляющий аппарат с соплом

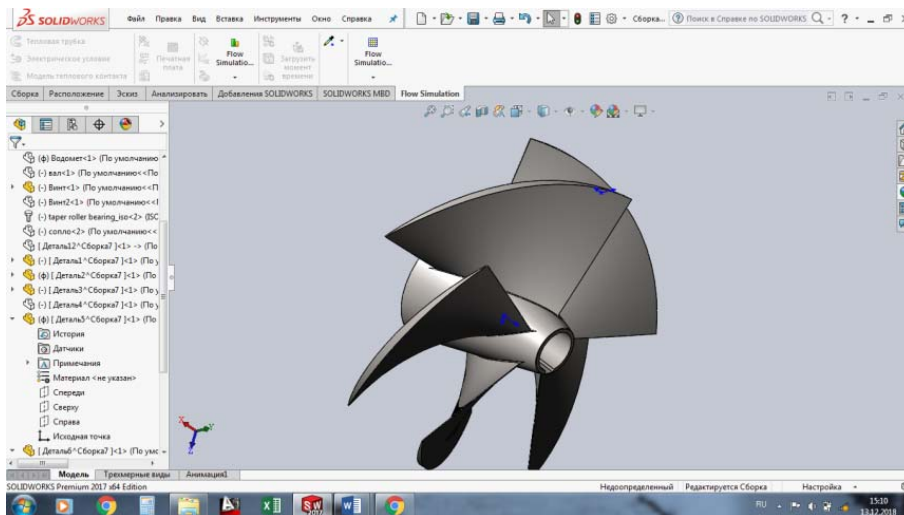


Рис. 3. Рабочее колесо

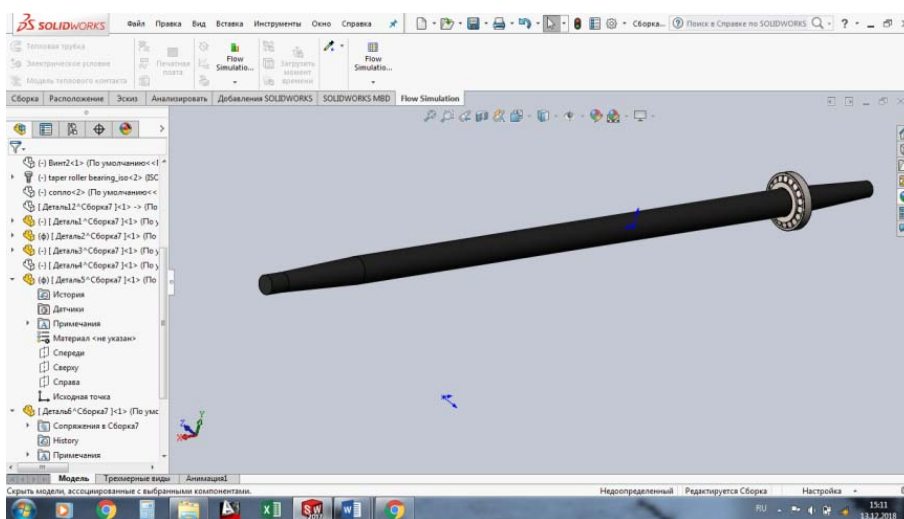


Рис. 4. Гребной вал с подшипником



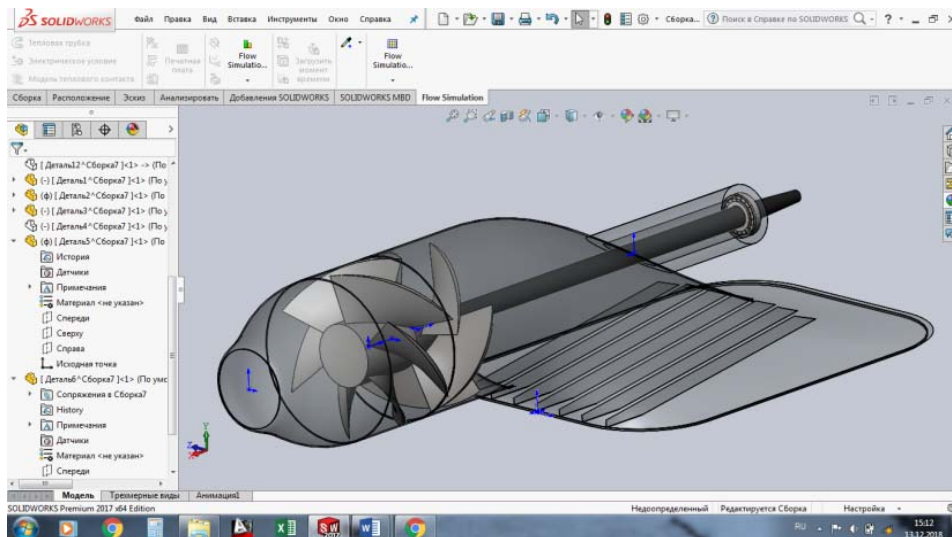


Рис. 5. Модель осевого водомета в сборе

Далее, моделирование протекания жидкости в трубе водовода производилось при помощи инструмента FloXpress. Для этого на входном и выходном сечениях были построены крышки и были заданы скорости потока. После создания крышек, выполнялась проверка герметичности модели. Для визуализации модели была изменена прозрачность трубы водомета. Изменение течения потока и его скоростей при протекании через двигатель и сопловой аппарат, визуализировалось с помощью струйного варианта представления. Этот способ дает более наглядный вид происходящих процессов в потоке. Полученный результат представлен на рис. 6.

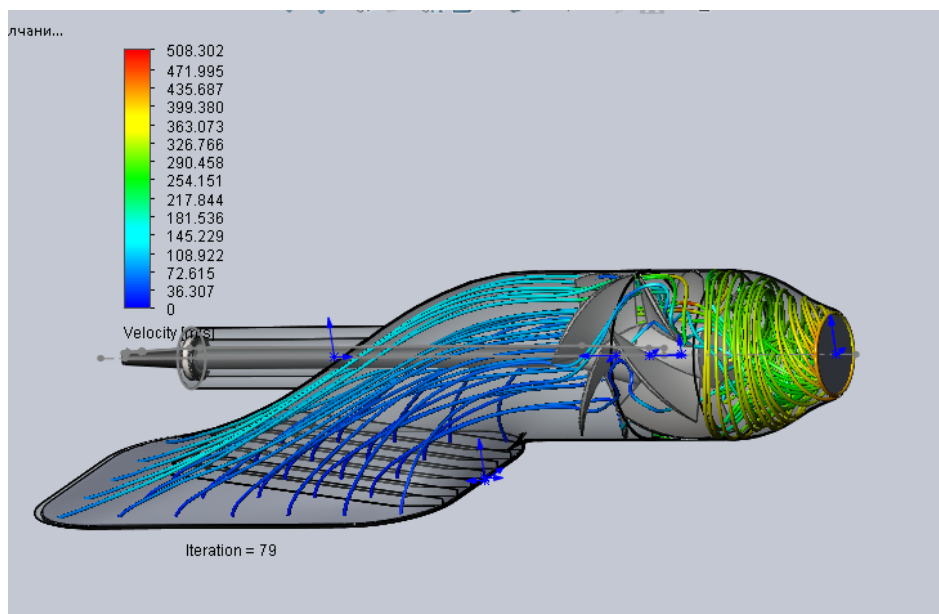


Рис.6. Струйная модель потока в трубе водомета

Оценить скорости в различных сечениях потока можно, используя цветовую шкалу, выведеную на экран рядом с моделью.

Модуль FloXpress позволяет оценить правильность проектных решений на начальном этапе проектирования, с точки зрения гидродинамики, и оперативно внести изменения в форму водовода и соплового аппарата.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бавин В. Ф., Зайков В. И., Павленко В. Г., Сандлер Л. Б. Ходкость и управляемость судов // под ред. В. Г. Павленко. – М. : Транспорт, 1991. – 397 с.

*© В. В. Папулов, 2019*

Д. С. Саденова, Н. П. Бальчугова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий (СГУГиТ)

## РАСЧЕТ ПРЕДЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ МЕТОДОМ СПЛАЙН-ИНТЕРПОЛЯЦИИ

Одним из важных направлений современной науки является исследование состояний природных и техногенных объектов.

Глобальная цель исследований – подбор математических методов определения пространственно-временных состояний (ПВС) инженерных объектов для предупреждения чрезвычайных ситуаций и обеспечения безопасности граждан.

Осуществление данной цели требует решение ряда задач:

- анализ состояния проблемы;
- подбор математических методов для оценки деформационных характеристик объекта;
- разработка математической модели определения пространственно-временных состояний инженерных объектов по геодезическим данным [1, 2].

Исходными данными для определения пространственно-временного состояния инженерных объектов являются временные ряды координат  $X(t)$ ,  $Y(t)$ ,  $Z(t)$  контрольных марок, закрепленных в фундаменте здания [3, 4].

В качестве инженерного сооружения в работе принята имитационная модель инженерного сооружения.

Схема расположения марок инженерного сооружения показана на рис. 1.

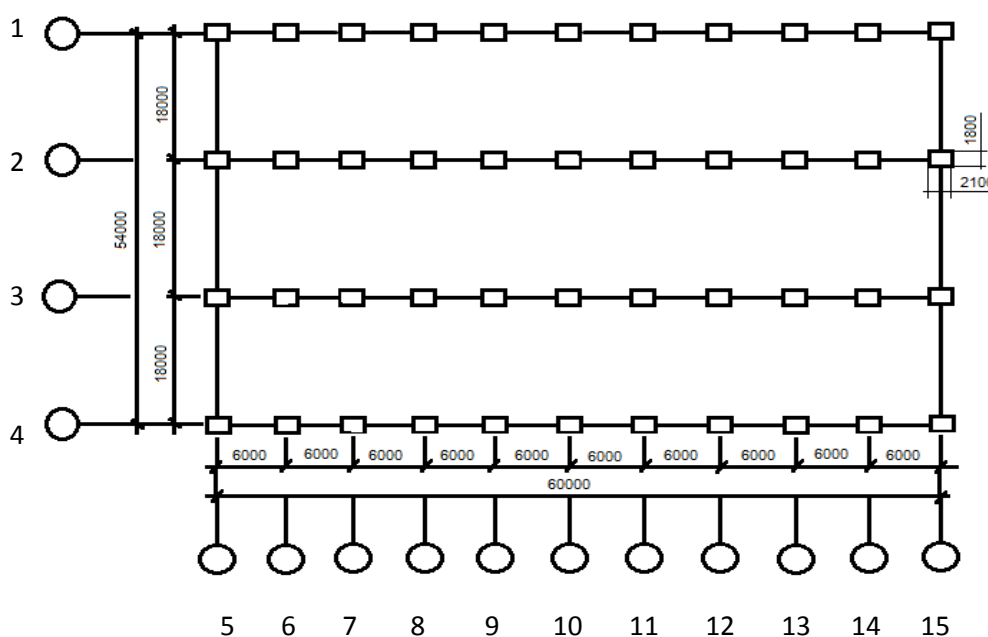


Рис. 1. Схема расположения марок инженерного сооружения

Для получения временных рядов координат марок выполнено имитационное моделирование движения сооружения в пространстве.

В таблице приведены высотные координаты  $H(t)$  марок инженерного сооружения (результат имитации движения).

Таблица высотных координат  $H(t)$  контрольных марок

Дата	1	3	4	6	7	8	11	13	15
0	92,6544	92,6416	92,6649	92,6493	92,6516	92,6865	92,6413	92,6644	92,6515
0,14	92,6555	92,6455	92,6657	92,6495	92,6527	92,6876	92,6455	92,6653	92,6524
1,02	92,6556	92,6494	92,6648	92,6414	92,6548	92,6847	92,6496	92,6644	92,6545
1,16	92,6587	92,6497	92,6666	92,6406	92,6549	92,6828	92,6497	92,6666	92,6549
2,09	92,6568	92,6498	92,6644	92,6497	92,6514	92,6849	92,6495	92,6647	92,6517
3,12	92,6543	92,6456	92,6665	92,6449	92,6493	92,6850	92,6453	92,6668	92,6494
4,17	92,6514	92,6413	92,6656	92,6455	92,6485	92,6862	92,6415	92,6656	92,6483
5,00	92,6565	92,6422	92,6617	92,6474	92,6556	92,6883	92,6426	92,6615	92,6552
6,10	92,6552	92,6492	92,6603	92,6492	92,6567	92,6814	92,6427	92,6606	92,6562
6,28	92,6511	92,6496	92,6644	92,6481	92,6562	92,6823	92,6494	92,6647	92,6599
7,18	92,6503	92,6417	92,6615	92,6412	92,6553	92,6862	92,6416	92,6618	92,6557
8,14	92,6565	92,6468	92,6666	92,6423	92,6514	92,6862	92,6493	92,6665	92,6516
10,21	92,6566	92,6468	92,6641	92,6414	92,6495	92,6855	92,6492	92,6644	92,6494
12,00	92,6587	92,6487	92,6682	92,6405	92,6496	92,6866	92,6486	92,6683	92,6493

Координаты  $X$ ,  $Y$  контрольных марок выбраны в условной системе координат.

Изменение пространственно-временного состояния инженерного сооружения происходит в результате воздействия на него внешних факторов. Это проявляется в изменении геометрических параметров фундамента [3]. Для определения динамики изменения ПВС выбран метод сплайн интерполяции. По координатам контрольных марок средствами MathCad построена сплайн-поверхность фундамента объекта (рис. 2).

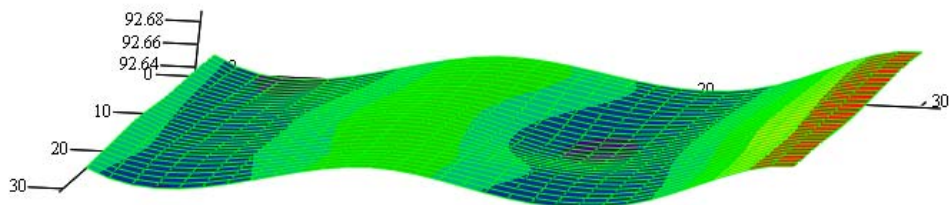


Рис. 2. Сплайн-поверхность фундамента объекта

При расчете предельных значений ПВС объекта условно выбрано предельно-допустимое отклонение значений высотных координат  $\xi = 0,005$  м. Таким

образом, определение предельных положений поверхности фундамента определяется как

$$H(t)_{\min} = H(t) + \xi, \quad H(t)_{\max} = H(t) + \xi. \quad (1)$$

По полученным результатам, согласно формуле (1) построены сплайн-поверхности предельных (нижнего – min и верхнего – max) положений поверхности фундамента (рис. 3, 4).

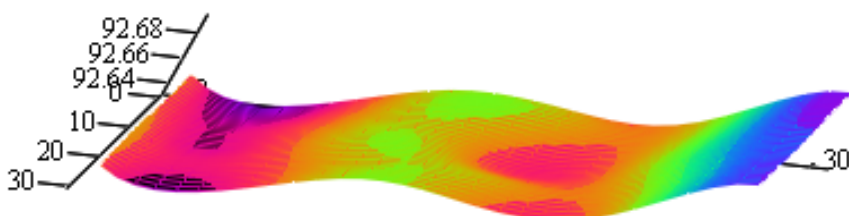


Рис. 3. Сплайн-поверхность нижнего положения поверхности фундамента

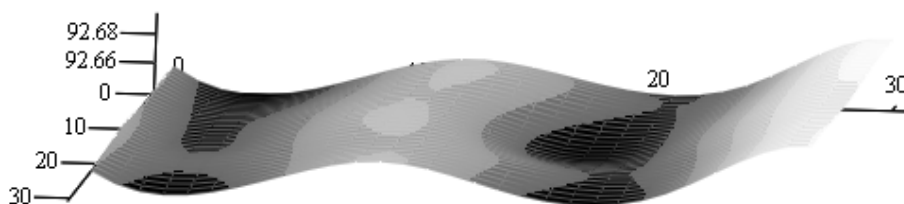


Рис. 4. Сплайн-поверхность нижнего положения поверхности фундамента

Далее выполнена имитация изменения координат  $H(t)$  на величину, превышающую  $\xi = 0,005$  м. и по полученным результатам построена сплайн-поверхность (рис. 5).

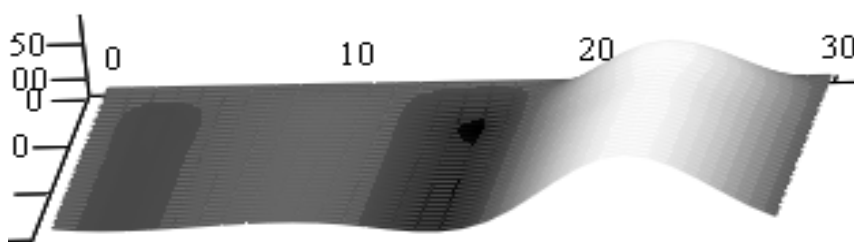


Рис. 5. Модель сплайн-поверхности при  $\xi > 0,005$  м

Соединив модели, приведенные на рис. 3–5 получим визуализацию изменения ПВС фундамента инженерного объекта (рис. 6).

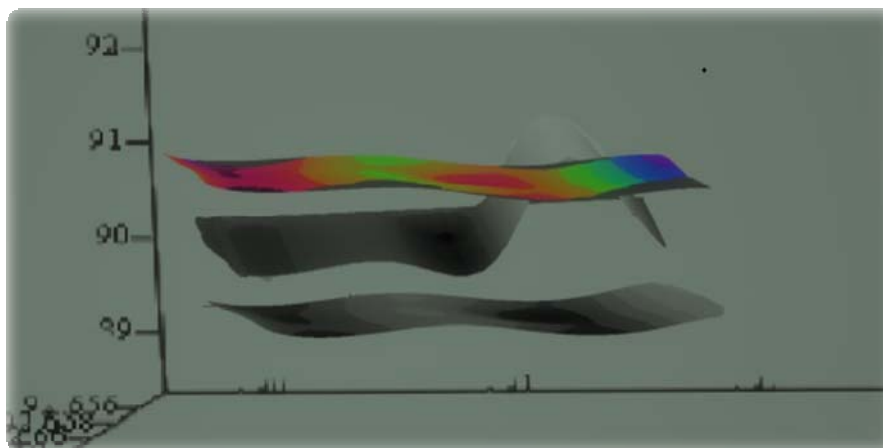


Рис. 6. Визуализация изменения ПВС фундамента инженерного объекта

Таким образом, произведен расчет предельно допустимых значений отклонения поверхности фундамента, выполнена визуализация изменения ПВС фундамента инженерного объекта. Полученные результаты дают возможность наглядно видеть, как происходит процесс деформации фундамента.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бугакова Т. Ю. Моделирование изменения пространственно – временного состояния инженерных сооружений и природных объектов по геодезическим данным // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 1 (29). – С. 34–42.
2. Лаптев Г. Ф. Элементы векторного исчисления. – М., 1975. – 336 с.
3. Сибриков С. Г. Техногенные системы и экологический риск : учебное пособие. – Ярослав. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль : ЯрГУ, 2009. – 156 с.
4. Скрипников В. А., Скрипникова М. А. Прикладная геодезия : учебное пособие. – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. – 87 с.

© Д. С. Саденова, Н. П. Бальчугова, 2019

*И. В. Ветошкин, А. А. Савина*

*Сибирский государственный университет геосистем и технологий (СГУГиТ)*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН ДЕФОРМАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ В CREDO РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИЙ 1.0 И МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Пространственно-временное состояние инженерных объектов не остается постоянным. Изменения происходят из-за влияния внешних либо внутренних факторов, что приводит к деформации инженерного объекта. Деформация – это наиболее значимый параметр пространственно-временного состояния объектов, подлежащий контролю. Мониторинг деформаций и активных реакций на многочисленные внешние нагрузки имеет большое значение для поддержания функционирования инженерных сооружений. Недооценка деформационных процессов при строительстве и эксплуатации объектов может привести к необратимым экономическим, экологическим и социальным последствиям.

Деформация происходит от неравномерного движения фундамента инженерного объекта в пространстве и времени [4]. Поэтому, одной из важнейших задач геодезического мониторинга является определение и прогнозирование потенциальных зон деформаций инженерного объекта. Целью работы авторов является определение зон деформации инженерных объектов в программном продукте CREDO Расчет деформаций 1.0 и методами математического моделирования.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- определены зоны деформации инженерного объекта в CREDO Расчет деформаций 1.0;
- определены зоны деформации инженерного объекта методами математического моделирования;
- выполнено сравнение определения деформаций двумя методами.

Целью расчета деформации основания фундамента инженерного объекта является ограничение абсолютных или относительных перемещений фундаментов и надфундаментных конструкций такими пределами, при которых гарантируется нормальная эксплуатация сооружения при которой не снижается его долговечность [3].

Исследуемый объект представляет собой имитационную модель, состоящую из трех блоков не жестко связанных друг с другом. На рис. 1 представлен план расположения контрольных марок фундамента.

Исходными данными для расчета зон деформации служат временные ряды координат множества контрольных марок, установленных в фундаменте исследуемого объекта [1]. Координаты  $X(t)$ ,  $Y(t)$  и  $H(t)$  получены методом имитационного моделирования. Предельная абсолютная погрешность определения исходных данных для плановых координат условно принята  $\varepsilon_{X,Y} = 0,020$  м, для высотных –  $\varepsilon_H = 0,0015$  м.

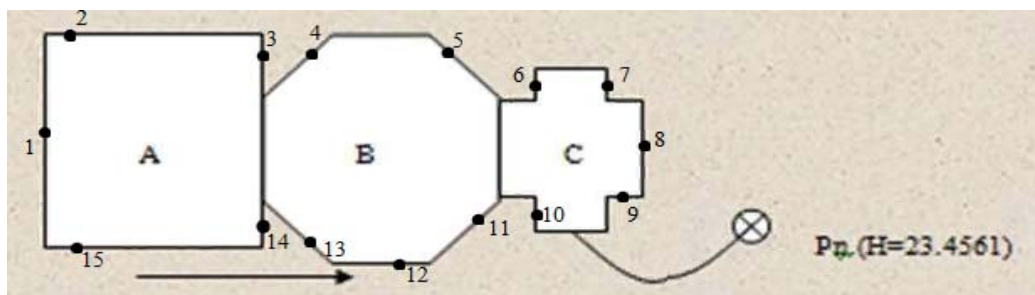


Рис. 1. Исследуемый объект с контрольными марками

1. Определение потенциальной зоны деформации инженерного объекта в CREDO Расчет деформаций 1.0.

Программа предназначена для обработки и интерпретации результатов геодезических измерений по многократным наблюдениям за горизонтальными и вертикальными смещениями. CREDO Расчет деформаций 1.0 может применяться для мониторинга зданий и сооружений, просадок грунта, оползнеопасных участков и для целого ряда аналогичных задач.

Для точных определений деформационных характеристик наблюдаемых марок в первую очередь необходимо определить устойчивость опорной сети с пунктов которой проводились наблюдения. Ведомость устойчивости опорной сети представлена на рис. 2.



Рис. 2. Ведомость устойчивости опорной сети

Программный комплекс CREDO Расчет деформаций 1.0 позволяет определить величину плановых смещений каждой марки и направления их смещений на моменты времени  $t$ .

Рассмотрим плановые смещения и направления смещений всех марок на моменты времени  $t$  (рис. 3).



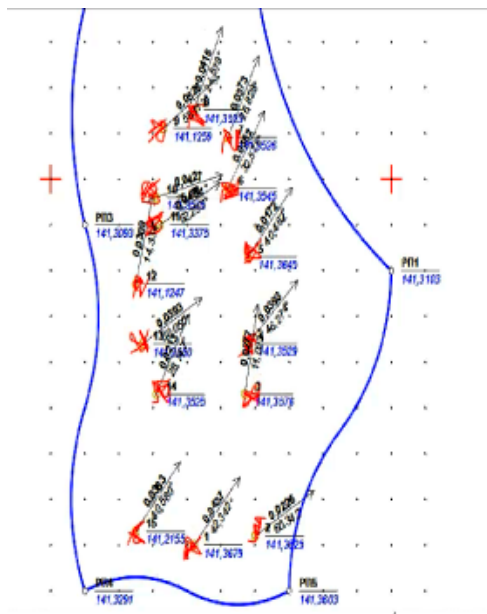


Рис. 3. Плановые смещения и направления смещений всех марок на моменты времени  $t$

В программном комплексе CREDO Расчет деформаций 1.0 определяются следующие величины деформационной поверхности: абсолютное смещение марок по высоте, плановые смещения и скорость смещения. Создание полноценной трехмерной визуализации деформационной поверхности в виде ортографической или центральной проекции дает возможность просмотра динамики процессов в режиме анимации (рис. 4).

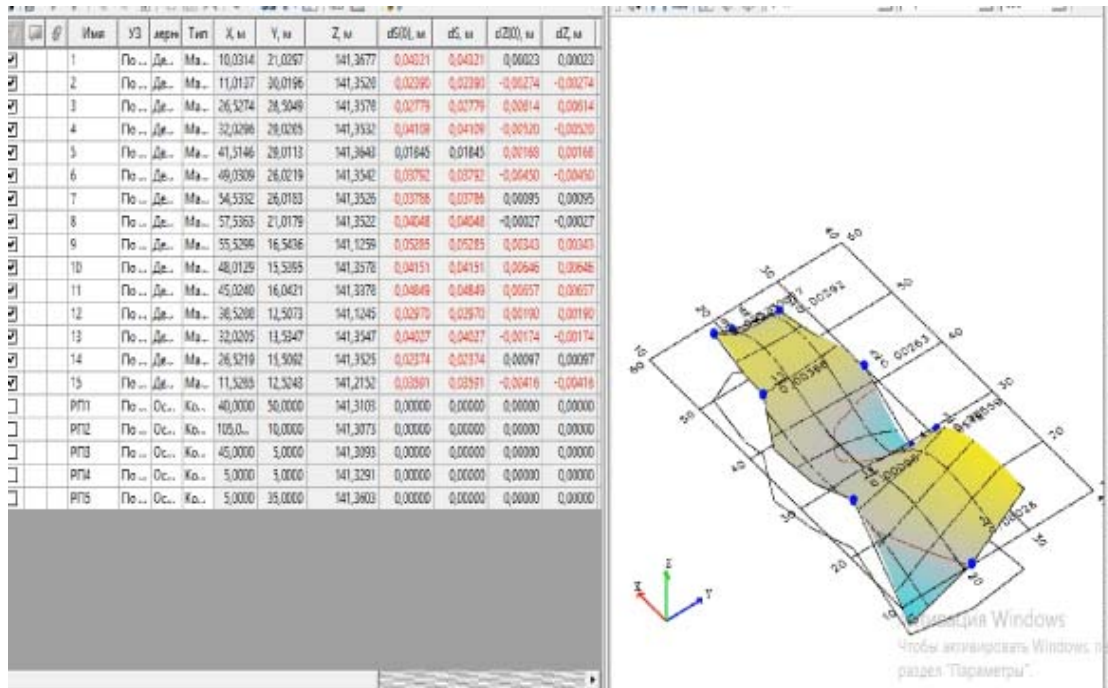


Рис. 4. Трехмерная деформационная поверхность

CREDO Расчет деформаций позволяет автоматически строить графики развития осадок (рис. 5) и графики развития деформаций (рис. 6).

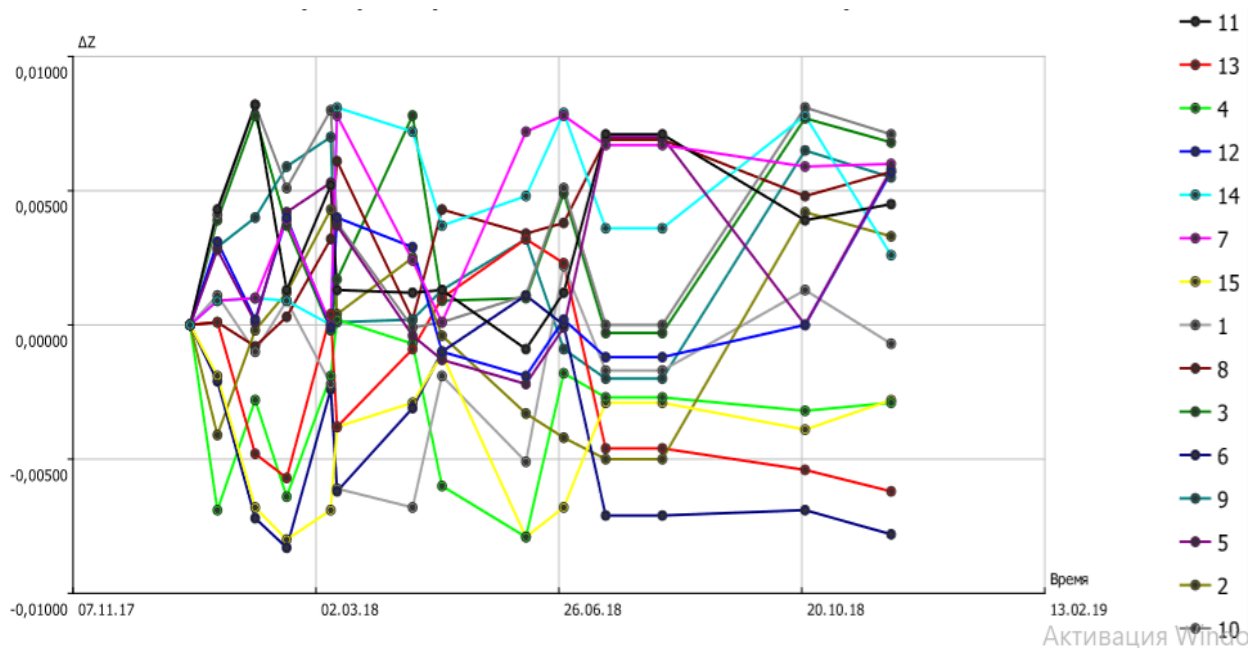


Рис. 5. Графики развития осадок во времени

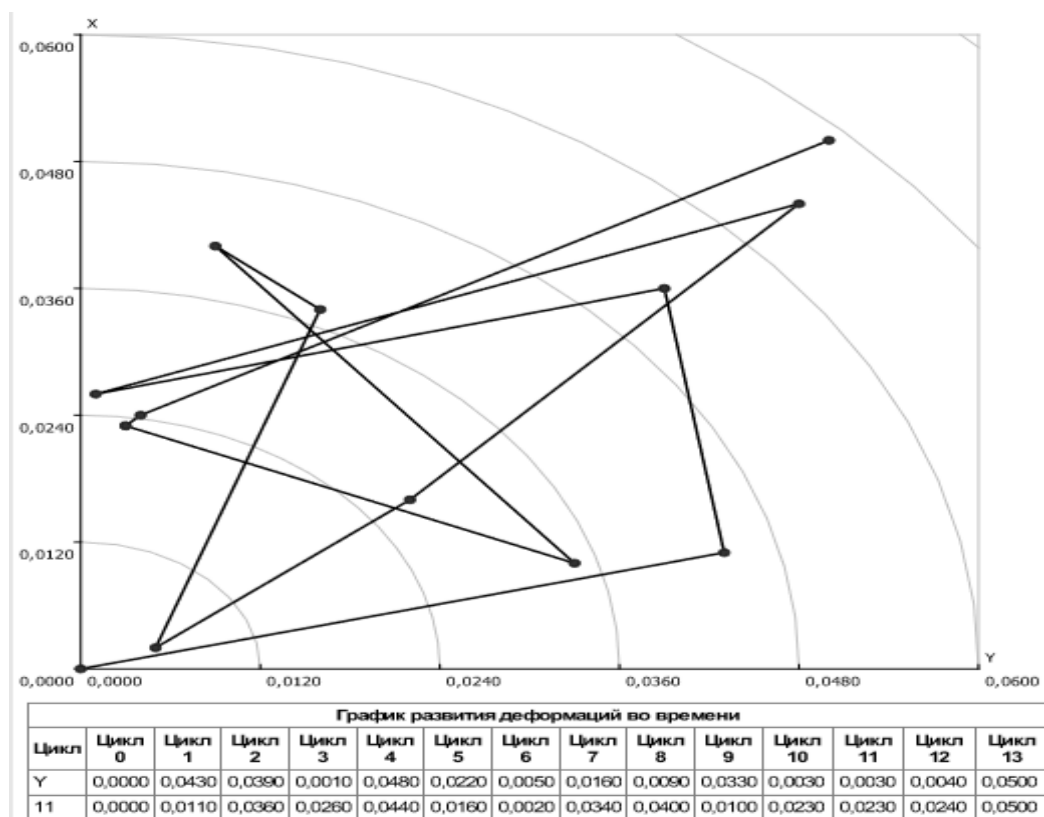


Рис. 6. График развития деформаций

В результате обработки результатов вычислений в программе CREDO выявлены максимальные смещения марок № 3, 4, 5, 7, 9, 10, 13 (рис. 7).

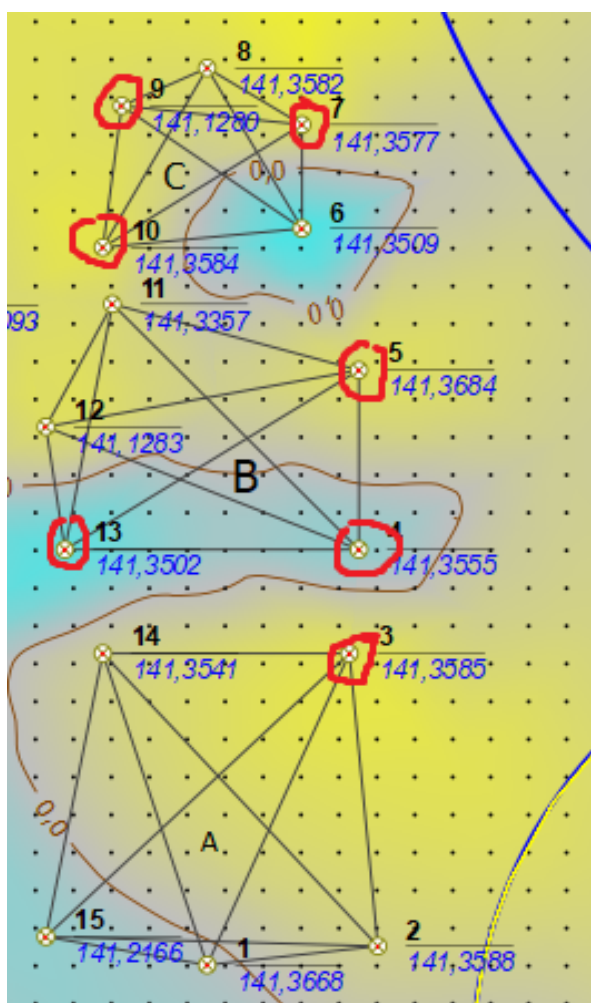


Рис. 7. Максимальные плановые и высотные смещения

Определить потенциальные зоны деформации и динамики изменения ПВС возможно математическими методами.

2. Определение зоны деформации инженерного объекта методами математического моделирования.

Математическая модель – это описание объекта математическими средствами, позволяющее выводить суждение о некоторых свойствах объекта при помощи формальных процедур.

Определение потенциальных зон деформации объекта в работе выполнено методом декомпозиции. Декомпозиция, как процесс расчленения целого на части, позволяет рассматривать любую исследуемую систему как сложную, состоящую из отдельных взаимосвязанных подсистем, которые, в свою очередь, также могут быть расчленены на части.

Для определения зон деформаций используется теория твердого тела. Под твердым телом понимается некоторая система материальных точек, связанных

между собой жесткими стержнями (связями) не изменяемыми во времени. Согласно этой теории, системе материальных точек сопоставлена система геодезических марок, а в качестве связей между точками приняты расстояния  $S$  между парами контрольных марок (рис. 7). Далее выполнена кластеризация марок на группы, по принципу неизменности связей.

Кластеризация – это разделение элементов некоторого множества, на группы (кластеры) по принципу схожести. В качестве критерия схожести принята величина приращения  $\Delta(t)$  расстояний  $S$  между парами марок с номерами  $i = 1..15$  на каждый момент времени  $t_j$ . Вычислены приращения  $\Delta(t_j) = S_i(t_j) - S_i(t_0)$ .

Если величина  $\Delta(t_j)$  больше некоторого допустимого значения  $S_{\text{доп}}$  изменения расстояния между марками, то связь между парой контрольных точек считается «изменяемой» [2]. Таким образом были определены группы контрольных марок, между которыми соблюдается условие  $\Delta(t_j) \leq S_{\text{доп}}$ .

Логично предположить, что границы между этими группами (кластерами) и есть потенциальные зоны деформации, которые делят весь объект на две структурные части (рис. 8).

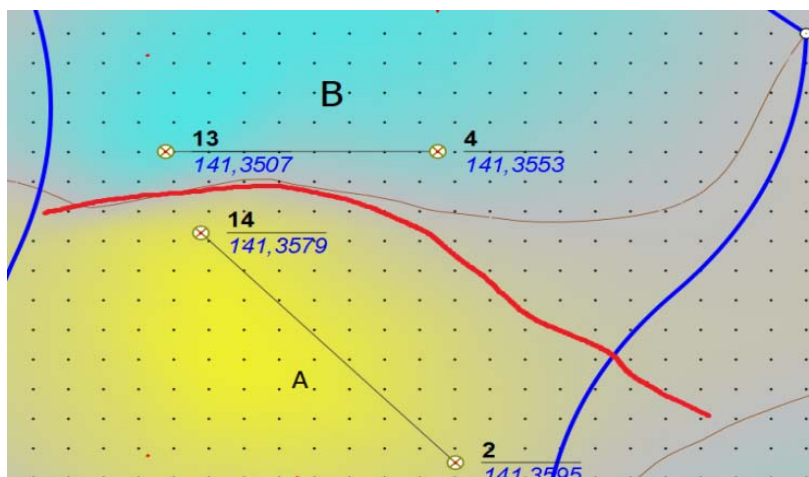


Рис. 8. Потенциальные зоны деформации объекта

Выполнив расчеты в программном комплексе CREDO Расчет деформации и методами математического моделирования можно сделать следующий вывод.

CREDO Расчет деформации автоматически производит вычисления параметров для отдельных деформационно-осадочных контрольных точек. Создает полноценную трехмерную визуализацию деформационной поверхности в виде ортографической или центральной проекции с возможностью просмотра динамики процессов в режиме анимации.

Выявить зоны деформации в программных комплексах можно по максимальным смещениям наблюдаемых марок, однако, определить целостную картину динамики изменения ПВС, возможно математическими методами.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бугакова Т. Ю. Моделирование изменения пространственно-временного состояния инженерных сооружений и природных объектов по геодезическим данным // Вестник СГУГиТ. – 2015. – Вып. 1 (29). – С. 34–42.
2. Лаптев Г.Ф. Элементы векторного исчисления. – М., 1975. – 336 с.
3. Сибриков С. Г. Техногенные системы и экологический риск : учебное пособие. – Ярослав. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль : ЯрГУ, 2009. – 156 с.
4. Скрипников В. А., Скрипникова М. А. Прикладная геодезия : учебное пособие. – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. – 87 с.

© И. В. Ветошкин, А. А. Савина, 2019

*Е. И. Анохина*

*Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева (КузГТУ),  
г. Кемерово*

## **ВАРИАНТ УЛУЧШЕНИЯ УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТА НА УЧАСТКЕ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА КЕМЕРОВО**

Автомобильный транспорт широко используется во всех отраслях народного хозяйства. Автомобилизация – обеспеченность населения автомобилями, способствует росту показателя доступности – возможности передвигаться между различными точками деловой активности.

Несмотря на бесчисленные положительные аспекты автомобилизации, сегодня активно обсуждаются ее негативные издержки и методы их устранения. Рост уровня автомобилизации способствует возникновению проблем в организации дорожного движения. Улично-дорожная сеть центральной части большинства городов, заложенных в начале XX века не справляется с постоянно увеличивающимся потоком автомобилей, как следствие возникают транспортные заторы, которые характеризуются снижением средней скорости движения, увеличением загрязнения окружающей среды и затрат времени городского населения на передвижение [4].

В связи с увеличивающейся в последнее время застройкой новых спальных районов в г. Кемерово, возникает ярко выраженная неравномерность интенсивности транспортных потоков. Большая часть рабочих мест сконцентрирована в Центральном районе и промышленных зонах. Очевидно, что в часы-пик возникает множество заторов на УДС города.

Одной из причин возникновения заторов в такой ситуации является отсутствие парковочных мест около объектов тяготения, что вынуждает участников движения парковать автомобили по краю проезжей части.

Неправильно припаркованные автомобили уменьшают ширину проезжей части, создавая заторы, которые в свою очередь снижают эффективность функционирования дорожно-транспортного комплекса в целом и могут привести к возникновению дорожно-транспортного происшествия. Ситуация, когда крайняя правая полоса дороги занята припаркованными автомобилями, в городе Кемерово не редкость.

Рассмотрим транспортный узел ул. Красноармейская и ул. Весенняя. Вблизи данного перекрестка большое количество объектов тяготения, как следствие, высокая интенсивность транспортных и пешеходных потоков, особенно в утренние и вечерние часы-пик. Цифрограмма интенсивности транспортных потоков в вечерний час-пик представлена на рис. 1.

Нередко правая полоса по ул. Весенняя занята припаркованными автомобилями, что существенно уменьшает ее пропускную способность и способствует возникновению транспортных заторов. На рис. 2 и 3 представлена бесконеч-

ная очередь припаркованных на крайней правой полосе автомобилей и транспортный затор на ул. Весенняя.

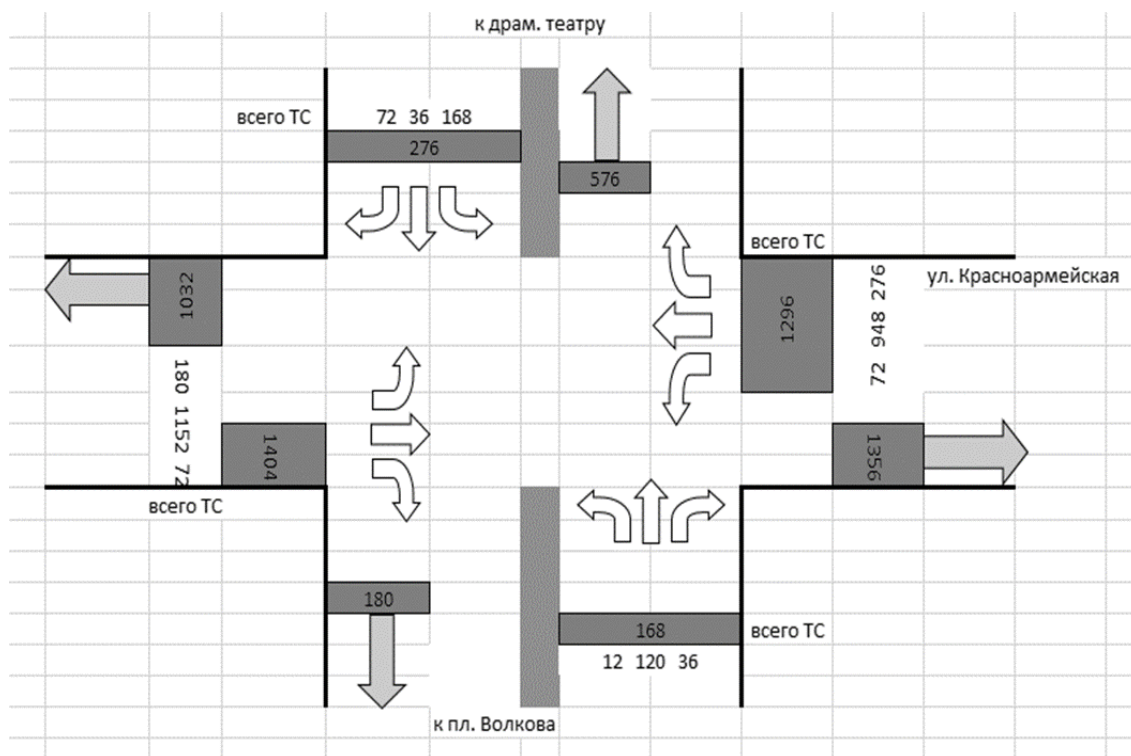


Рис. 1. Цифрограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке ул. Весенняя – ул. Красноармейская



Рис. 2. Припаркованные автомобили на ул. Весенней



Рис. 3. Транспортный затор на ул. Весенняя

В качестве вариантов решения данной проблемы можно назвать следующие:

- уширение проезжей части;
- установка паркоматов;
- информационное панно [2].

На наш взгляд, одним из вариантов выхода из сложившейся ситуации, является установка знака 3.27 «Остановка запрещена» с табличкой 8.5.4 «Время действия» (7:00–9:00, 17:00–9:00). Также, желательно оборудовать объекты тяготения заездными карманами. При таком подходе, в часы-пик пропускная способность дороги увеличится, что значительно повысит эффективность функционирования транспортной системы города в целом.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1.Тряпичкин Л. А., Собачкин С. А. Вариант повышения пропускной способности на ул. Красноармейской г. Кемерово // X Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «Россия молодая», 24–27 апреля 2018 г.

2. Якимов М. Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография. – М. : Логос, 2013. – 188 с.

3. ГОСТ Р 52289-2004 «Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств».

4. Электронная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Загл. с экрана. – Режим доступа: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=731428>, свободный.

© Е. И. Анохина, 2019



## СОДЕРЖАНИЕ

<i>А. А. Бакулина, А. Р. Вальковская, П. С. Скворцова, А. И. Тарбеева.</i> Применение технологий 2D-моделирования для разработки строительной документации и технических планов .....	4
<i>Э. С. Бондарев.</i> Применение программного комплекса Solidworks для создания модулей тренажера машиниста путеукладчика УК-25/9-18.....	8
<i>И. А. Бугаева.</i> Обзор возможностей текстурирования объектов в программном обеспечении по 3D-моделированию .....	11
<i>О. И. Глушкова.</i> Моделирование строительных объектов и расчет на прогрессирующее разрушение .....	15
<i>А. В. Журавлева.</i> Использование программы Компас АСКОН в проектировании трехмерной модели класса по технике безопасности для ОАО «РЖД» .....	20
<i>А. А. Ким.</i> Применение технологий информационного моделирования при осуществлении кадастровой деятельности.....	24
<i>М. И. Коваленко.</i> Моделирование территории землепользования и застройки на примере объекта ИЖС .....	29
<i>М. И. Коваленко, В. Ю. Корбе.</i> Моделирование территории учебного геодезического полигона .....	32
<i>М. А. Федоренко, К. В. Левина.</i> Обустройство компьютерного класса в условиях работы больших групп обучающихся .....	36
<i>В. В. Папулов.</i> Построение трехмерной модели осевого водомета в программе Solidworks .....	39
<i>Д. С. Саденова, Н. П. Бальчугова.</i> Расчет предельных значений пространственно-временного состояния инженерных объектов методом сплайн-интерполяции .....	43
<i>И. В. Ветошкин, А. А. Савина.</i> Определение зон деформации инженерных объектов в CREDO расчет деформаций 1.0 и методами математического моделирования.....	47
<i>Е. И. Анохина.</i> Вариант улучшения условий движения транспорта на участке улично-дорожной сети города Кемерово.....	54

*Научное издание*

# **ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА И ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

**Молодежная научно-практическая  
конференция**

**20 декабря 2018 года**

**Сборник научных докладов**

Материалы публикуются в авторской редакции

Ответственный за выпуск *Т. Ю. Бугакова*

Компьютерная верстка *Н. Ю. Леоновой*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 10.06.2019. Формат 60 × 84 1/16.

Усл. печ. л. 3,37. Тираж 40. Заказ 81.

Редакционно-издательский отдел СГУГиТ  
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ  
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 8.