****

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

Кафедра «Организация строительства»

**Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Информационные технологии в сфере управления инвестиционно-строительной деятельностью»**

Ростов-на-Дону

ДГТУ

2020

УДК 69.08

Составитель: доц., к.т.н. Я.А. Кокарева

Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Информационные технологии в сфере управления инвестиционно-строительной деятельностью». – Ростов-на-Дону: Донской гос. техн. ун-т, 2020. – 26 с.

Изложены исходные данные, состав и рекомендованный порядок выполнения курсового проекта по дисциплине «Информационные технологии в сфере управления инвестиционно-строительной деятельностью». Описаны основные функции программы Autodesk Navisworks, с использованием которой рекомендуется выполнение курсового проекта.

Предназначены для магистров очной и заочной формы обучения направления подготовки 08.04.01 «Строительство».

УДК 69.08

Печатается по решению редакционно-издательского совета Донского

государственного технического университета

Научный редактор д-р техн. наук, проф. В.В. Костюченко

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Организация строительства»

д-р техн. наук, профессор Л.Б. Зеленцов

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

В печать

Формат 60×84/16. Объем 1,2 усл. п. л.

Тираж экз. Заказ №

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:

344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный

технический университет, 2020

# Содержание

[Задание к курсовому проекту по дисциплине «Информационные технологии в сфере управления инвестиционно-строительной деятельностью» 4](#_Toc33276948)

[Исходные данные для проектирования 4](#_Toc33276949)

[Используемое программное обеспечение 5](#_Toc33276950)

[Требования к содержанию и оформлению курсового проекта 6](#_Toc33276951)

[Порядок выполнения курсового проекта в Navisworks Manage 8](#_Toc33276952)

[Интерфейс программы Navisworks Manage 8](#_Toc33276953)

[Создание сводной модели в Navisworks Manage 9](#_Toc33276954)

[Создание статических и поисковых наборов элементов 14](#_Toc33276955)

[Поиск коллизий. Инструмент Clash Detective 19](#_Toc33276956)

[Добавление календарного плана работ. Инструмент TimeLiner 21](#_Toc33276957)

[Совместное использование инструментов Clash Detective и TimeLiner для выявления временных коллизий 24](#_Toc33276958)

[ЛИТЕРАТУРА 26](#_Toc33276959)

# Задание к курсовому проекту по дисциплине «Информационные технологии в сфере управления инвестиционно-строительной деятельностью»

Курсовой проект является частью подготовки проекта жилого здания в рамках выпускной квалификационной работы студента и основывается на материале практических, расчетно-графических и курсовых работ по дисциплинам «Разработка проектной и рабочей документации», «Информационное моделирование зданий и сооружений», «Моделирование организационно-технологических процессов».

Целью курсового проектирования является отработка навыков сборки и проверки на геометрические и логические коллизии информационной модели здания и моделирование в режиме real-time организационно-технологических процессов согласно разработанному календарному плану в специализированном программном обеспечении.

## Исходные данные для проектирования

Согласно концепции сквозного проектирования, для выполнения курсового проекта студентам необходимо использовать данные для выполнения выпускной квалификационной работы:

1. Информационную модель здания (в рамках разделов АР и КР), построенную в программе Autodesk Revit на практических занятиях по дисциплине «Информационное моделирование зданий и сооружений» и используемую для курсового проекта по дисциплине «Разработка проектной и рабочей документации». Разработанная информационная модель может содержать:
   1. Два файла в формате .rvt в случае, когда разделы АР и КР (КЖ или КМ) являются связанными файлами (что предпочтительно).
   2. Один файл в формате .rvt, если в модели были объединены разделы АР и КЖ. Эти разделы рекомендуется объединять, если объем работ по армированию относительно невелик и общий размер файла не превышает 150 Мб. В таком случае удается избежать излишнее дублирование монолитных конструктивных элементов, которое появляется в разделе КЖ при связывании файлов и выполнении операции «Копирование/мониторинг».
2. Календарный план для возведения этого же здания, разработанный в MS Project или аналогичной программе на практических занятиях по дисциплине «Моделирование организационно-технологических процессов». Сохранить план желательно в формате .csv.

## Используемое программное обеспечение

Курсовой проект выполняется в Autodesk Navisworks Manage, который является специализированным BIM-продуктом для сборки BIM-модели, проверки ее на коллизии и построения 4D- и 5D-модели.

Студенческую бесплатную версию ПО Autodesk Navisworks Manage можно скачать после регистрации с официального сайта autodesk.com.

Navisworks Manage на предприятии используется для

- координации BIM-модели;

- управления сроками реализации проекта и расходами;

- автоматического сбора данных количественного анализа материалов из 2D- и 3D-проектов.

Данное ПО используется BIM-координаторами и главными инженерами проекта.

Основные возможности Navisworks Manage:

* выявление коллизий и проверка на пересечения;
* управление коллизиями и пересечениями;
* объединение файлов и данных модели;
* публикация в форматах NWD и DWF;
* 5D-графики проектов;
* фотореалистичная визуализация модели;
* координация BIM с AutoCAD;
* интеграция с BIM 360;
* объединение моделей;
* интегрированная выборка модели;
* выборка 2D-листа.

# Требования к содержанию и оформлению курсового проекта

Оформление курсового проекта осуществляется согласно «Правилам оформления и требованиям к содержанию курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ» [1].

Курсовой проект включает в себя пояснительную записку, объемом 20-40 печатных листов формата А4, графическую часть на 1 листе формата А2 и носитель информации с представленной сборкой модели в электронном виде (включает файлы .rvt, .nwc, .nwf, .mpp/.csv).

Требования к оформлению стилей текста в пояснительной записке:

1. Обычный стиль (оформляется основной текст). Шрифт: Times New Roman, 14 пт, начертание – обычный, цвет – авто. Абзац: выравнивание – по ширине, уровень – основной текст, отступ – слева/справа 0 см, первой строки 1,25 см, интервал – перед/после 0 пт, междустрочный – 1,5 строки.
2. Заголовок 1 (оформляются наименования разделов). Шрифт: Times New Roman, 14 пт, начертание – полужирный, цвет – авто, все прописные. Абзац: выравнивание – по центру, уровень – уровень 1, отступ – слева/справа 0 см, первой строки 0 см, интервал – перед/после 0 пт, междустрочный – 1,5 строки.
3. Заголовок 2 (оформляются подзаголовки разделов). Шрифт: Times New Roman, 14 пт, начертание – полужирный, цвет – авто. Абзац: выравнивание – по левому краю, уровень – уровень 2, отступ – слева/справа 0 см, первой строки 1,25 см, интервал – перед/после 0 пт, междустрочный – 1,5 строки.
4. Для подрисуночных надписей используются следующие параметры. Шрифт: Times New Roman, 12 пт, начертание – обычный, цвет – авто. Абзац: выравнивание – по центру, уровень – основной текст, отступ – слева/справа 0 см, первой строки 0 см, интервал – перед/после 0 пт, междустрочный – 1,5 строки.
5. Таблицы. Шрифт: Times New Roman, 12 пт, начертание – обычный, цвет – авто. Абзац: уровень – основной текст, отступ – слева/справа 0 см, первой строки 0 см, интервал – перед/после 0 пт, междустрочный – одинарный.
6. Стиль для автособираемого оглавления и нумерации страниц соответствует настройкам обычного стиля (и автоматически применяется после настройки обычного стиля).

В пояснительной записке указывается цель курсового проекта, исходные данные, соответствующие конкретному зданию или сооружению и содержащие сведения об архитектурно-конструкторских решениях, разработанный календарный план строительных работ. На основе исходных данных в курсовом проекте разрабатывается детальный календарный график строительных работ для первого или типового этажа. Далее идет описание процесса создания сводной содели в Navisworks Manage, представляется отчет о найденных коллизиях и об управленческих решениях по найденным проблемам (согласиться с ошибкой, отправить на доработку, назначить ответственных), описывается процесс построения 4D-модели (импорт данных .mpp/.csv, создание поисковых наборов, соответствующих наименованиям работ в календарном плане, настройка визуальных эффектов при анимации, работа с инструментом TimeLiner). Пояснительная записка обязательно включает список использованных источников, оформленных в соответствие с ГОСТ Р 7.0.5-2008 [2].

Графическая часть включает в себя 1 лист формата А2, на который выносится трехмерный вид объединенной модели в Navisworks Manage, разработанный график строительных работ для одного этажа и визуализация данного этажа, результат проверки на коллизии.

# Порядок выполнения курсового проекта в Navisworks Manage

## Интерфейс программы Navisworks Manage

Интерфейс программы включает в себя вкладки, панели инструментов и область рабочего пространства (см. рис.1).

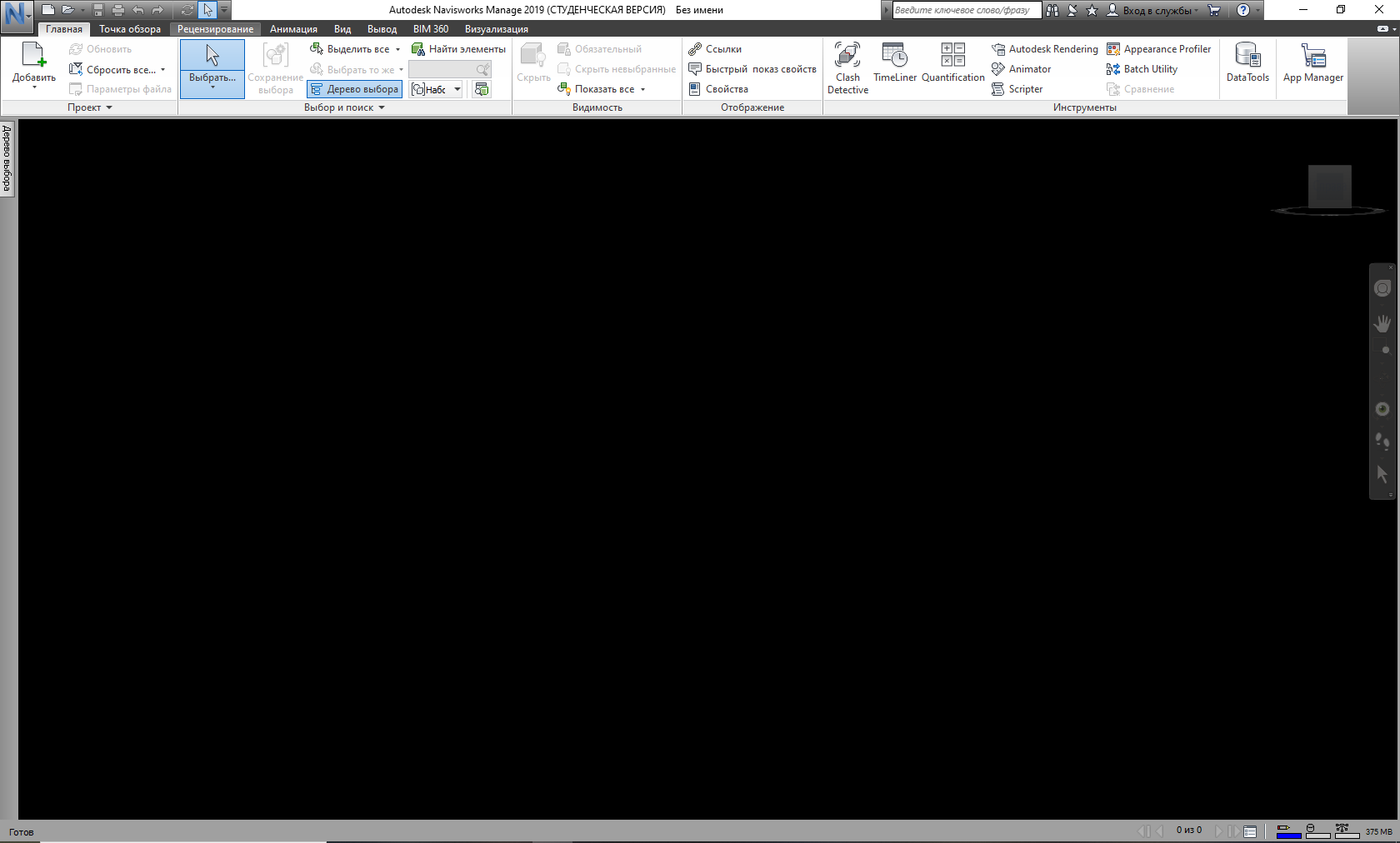


Рисунок 1 – Интерфейс программы Navisworks Manage

На вкладке «Главная» расположены основные панели инструментов, демонстрирующие возможности программы:

* Панель «Проект» позволяет добавлять файлы в проект.
* Панель «Выбор и поиск» используется для создания выборки элементов согласно заданным фильтрам. Выбранные элементы можно сохранять в простые или поисковые наборы.
* Панель «Видимость» управляет видимостью выбранных элементов, также можно задавать инверсный выбор.
* Панель «Отображение» управляет отображением ссылок и свойств в отдельном окне.
* На панели «Инструменты» собраны основные инструменты для работы в программе: Clash Detective для поиска коллизий; TimeLiner для создания анимированной 4D-модели на основе модели и календарного графика строительных работ; Quantification для калькуляции укрупненных показателей; Autodesk Rndering для фотореалистичной визуализации проекта; Animator для создания анимации элементов модели; Scripter для создания сценария запуска анимации согласно заданному условию; Data Tools для связи модели с внешним источником данных.

## Создание сводной модели в Navisworks Manage

Процесс объединения различных частей модели в одно целое осуществляется путем добавления соответствующих файлов модели (Вкладка Главная → Панель Проект→ Кнопка Добавить). При этом создается сводная модель объекта.

*Примечание.* При изменении и работе в двух и более локальных файлах одной и той же модели или ее части выполняется не добавление, а объединение модели, чтобы исключить дублирование геометрии.

Navisworks Manage поддерживает следующие форматы данных для объединения модели, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Форматы данных модели, импортируемых в Navisworks Manage

|  |  |
| --- | --- |
| **Формат** | **Расширение** |
| Navisworks | .nwd .nwf .nwc |
| AutoCAD | .dwg, .dxf |
| MicroStation (SE, J, V8, XM) | .dgn .prp .prw |
| 3D Studio | .3ds .prj |
| ACIS SAT | .sat .sab |
| Catia | .model .session .exp .dlv3 .CATPart .CATProduct .cgr |
| CIS/2 | .stp |
| DWF/DWFx | .dwf .dwfx |
| FBX | .fbx |
| IFC | .ifc |
| IGES | .igs .iges |
| Inventor | .ipt .iam .ipj |
| Informatix MicroGDS | .man .cv7 |
| JT Open | .jt |
| NX | .prt |
| PDS Design Review | .dri |
| Parasolids | .x\_b |
| Pro/ENGINEER | .prt .asm .g .neu |
| RVM | .rvm |
| Revit | .rvt |
| SketchUp | .skp |
| Solidworks | .prt .sldprt .asm .sldasm |
| Step | .stp .step |
| STL | .stl |
| VRML | .wrl .wrz |
| PDF | .pdf |
| Rhino | .3dm |

В Navisworks Manage можно объединять модели, созданные в различных программных продуктах. При этом создается файл формата .nwc, который включает в себя только геометрию (поэтому объем файла значительно меньше суммарного объема подгружаемых моделей), и основной файл формата .nwf, который является ссылочным по отношению к .nwc (таким образом объем этого файла еще меньше объема .nwc). Рекомендуется оба файла хранить в одной папке с одинаковым именем для автоматической синхронизации при изменении информации.

Объединять можно как части одной модели (например, файлы с разделами АР, КР, ОВ и т.д.), так и несколько моделей. Примеры приведены на рис. 2 и рис. 3.

Для успешного выполнения объединения модели необходимо введение общей системы координат, включающей сведения о точке съемки (репера с глобальными координатами) и о базовой точке (базовая точка проекта, показывающая относительные координаты модели относительно точки съемки). Если общие координаты не были введены на стадии проектирования модели, то можно использовать встроенные инструменты Navisworks Manage для перемещения модели в проектное положение.

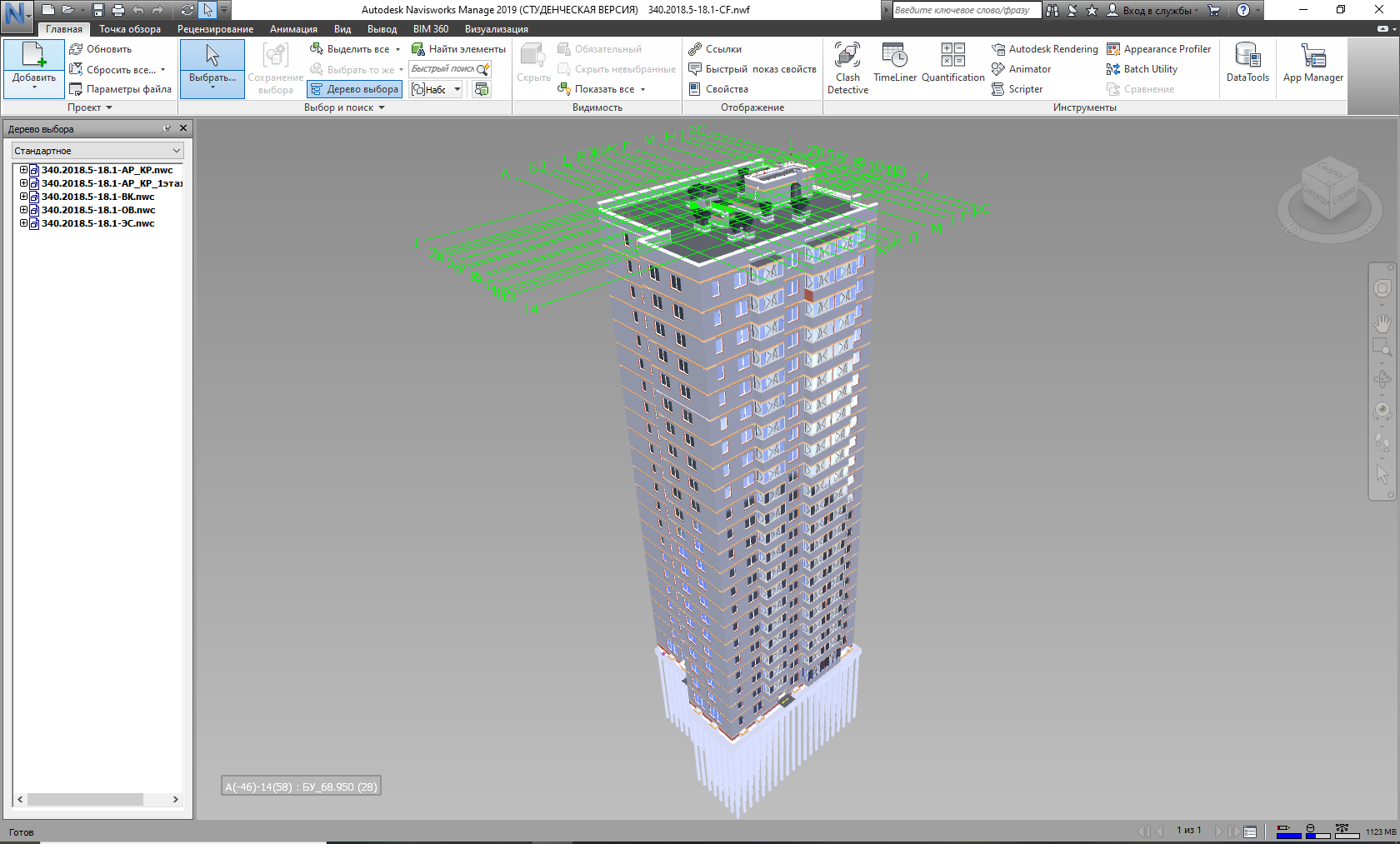


Рисунок 2 – Объединение нескольких разделов в одной модели здания



Рисунок 3 – Объединение нескольких моделей в одном проекте

## Создание статических и поисковых наборов элементов

Каждый элемент в Navisworks Manage обладает рядом свойств (см. рис. 4). Свойства определяются на стадии проектирования конструкций в том ПО, которое используется для создания модели. По этим свойствам можно создавать фильтры и сочетания фильтров для выбора элементов из модели.

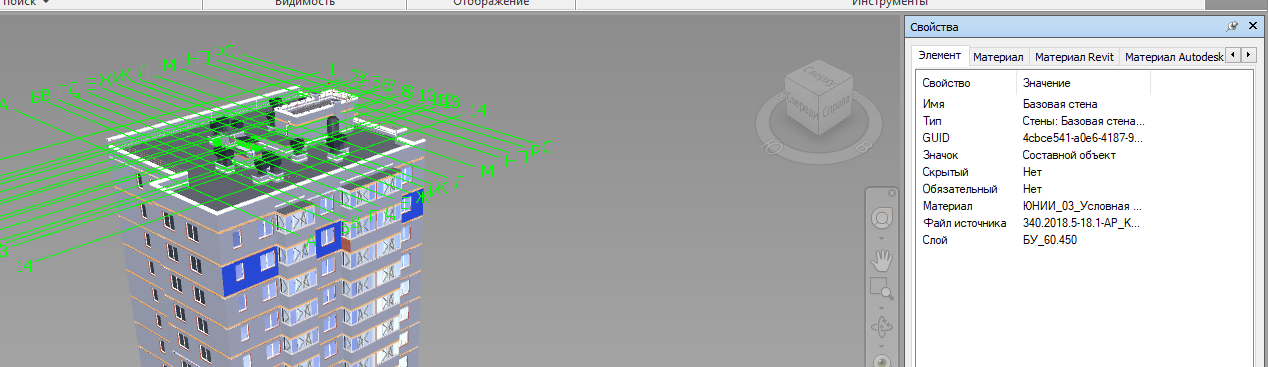
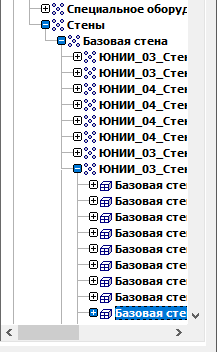


Рисунок 4 – Панель свойств элемента импортированной модели

Выбор элементов можно осуществлять несколькими способами:

1. Непосредственно указанием в рабочем пространстве определенного элемента. При этом доступна функция «Выбрать то же» с различными параметрами (панель «Выбор и поиск»).
2. На панели «Дерево выбора»



1. В строке «Быстрый поиск» (панель «Выбор и поиск») по названию элемента.
2. С помощью инструмента «Найти элементы» по фильтрам.

Рассмотрим пример выбора стен, выполненных облицовочным кирпичом. Необходимо активировать инструмент «Найти элементы», после чего появится окно с возможностью выбора категории, свойства, условия и значения для осуществления выбора.

1. Выберем категорию «Элемент»
2. Выберем свойство «Материал» (см. рис. 5)

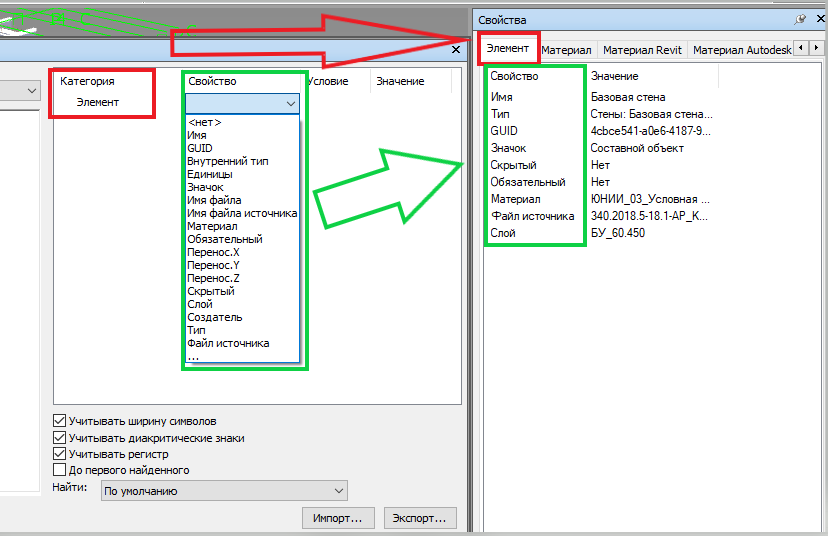


Рисунок 5 – Настройка фильтров для выбора набора элементов

1. Установим условие «=».
2. Выберем значение «ЮНИИ\_03\_КирпичЛицевой».
3. На панели «Видимость» активируем инструмент «Скрыть невыбранное».

Как видно на рис. 6, в рабочей области отображаются найденные и выделенные синим элементы. Эти же элементы выделены в Дереве выбора. В окне «Поиск элементов» видно, что найденные элементы находятся в файлах АР, КР.

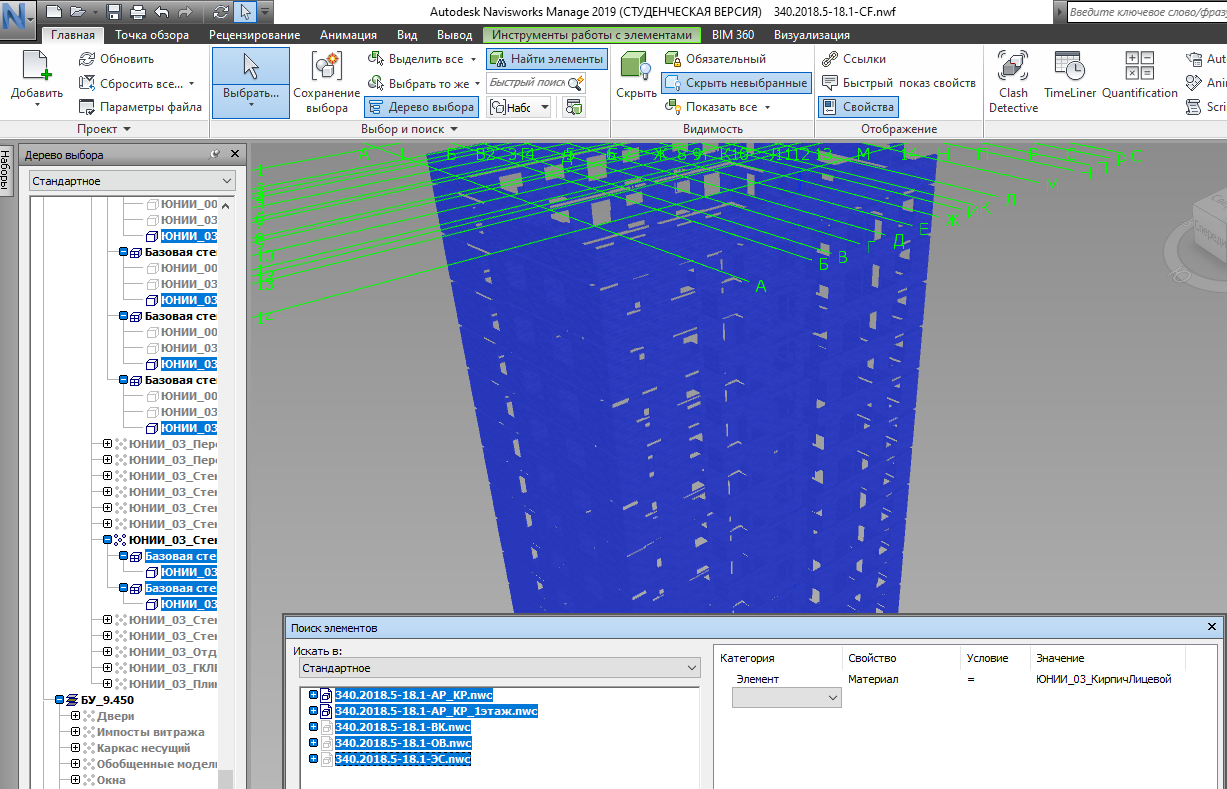


Рисунок 6 – Результат поиска элементов по простому фильтру

Можно применять составные фильтры с условиями И, ИЛИ, НЕ (в области окна «Поиск элементов» щелкнуть ПКМ; по умолчанию фильтр использует логическое И). Например, добавим к условию выбор стен на отметке 24.450 (см. рис. 7).

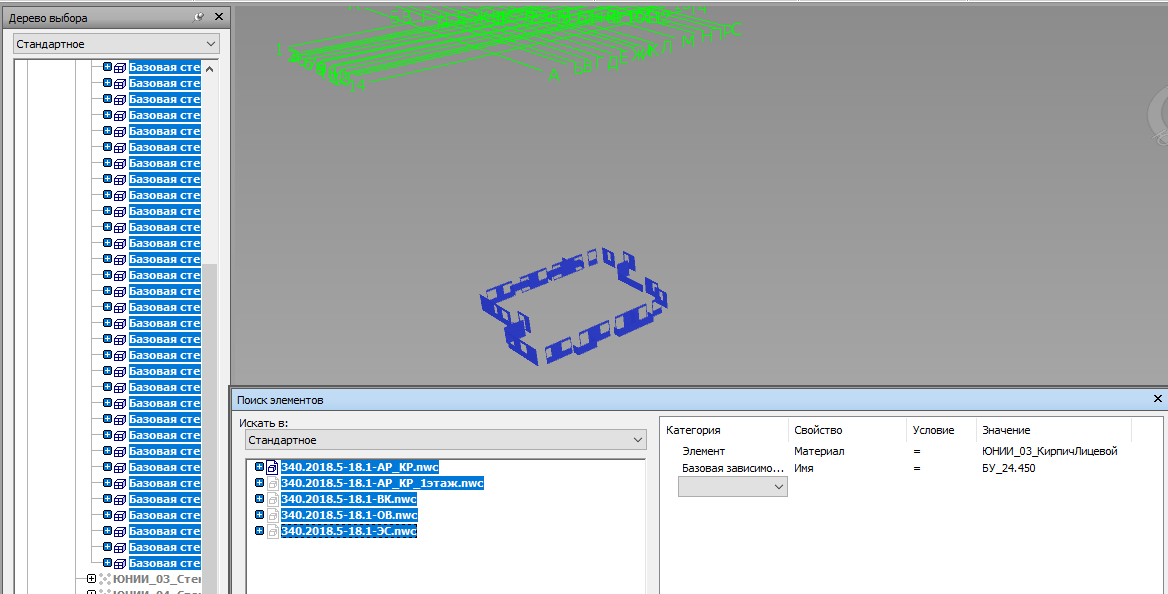


Рисунок 7 – Применение составного фильтра для поиска

Пример выбора элементов, выполненных из железобетона и кирпича (рис. 8). Необходимо использовать условие ИЛИ для объединения условий.

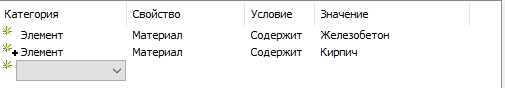


Рисунок 8 – Поиск элементов с использованием составного условия ИЛИ

Данные поиска можно сохранять в статические или поисковые наборы. Для этого необходимо при активном выборе нажать инструмент «Сохранение выбора» (панель «Выбор и поиск»). В появившемся окне наборы можно выбрать функции «Сохранить выбор» для создания статического набора элементов и «Сохранить результаты поиска» для создания поискового набора (рис. 9).

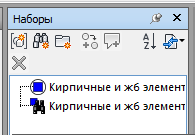


Рисунок 9 – Окно «Наборы» с сохраненными статическим и поисковым набором

***Статический набор*** сохраняет выбор элементов. Но при изменении модели этот выбор останется неизменным. ***Поисковый набор*** каждый раз проверяет условие поиска и заново производит выбор элементов. При изменении модели выбор элементов будет осуществляться с учетом изменений.

*Примечание.* Статический набор занимает больший объем памяти, т.к. хранит в себе набор элементов. Поисковый набор хранит только условие поиска.

## Поиск коллизий. Инструмент Clash Detective

Инструмент Clash Detective (Диспетчер конфликтов) используется для выявления коллизий 3D-модели и формирования отчетов по результатам проверок.

Выявлять конфликты можно по пересечению, просвету или дублированию. Пересечения в проектной документации или несоблюдение просветов может привести к значительным затратам на переделывание на стройплощадке, дублирование элементов ведет к неправильному подсчету ведомостей материалов, что влияет на сметную стоимость проекта и календарный график строительства работ.

Выявление коллизий на этапе проектирования значительно снижает затраты на устранение проектных ошибок в ходе строительства (на 30-50%).

Clash Detective можно использовать для заключительной проверки работоспособности завершенного проекта или для выполнения контроля в ходе проектирования. Clash Detective можно воспользоваться для проведения проверок на наличие конфликтов между традиционной 3D геометрией (полигональной моделью) и облаками точек, получаемыми в результате лазерного сканирования.

Суть проверки заключается в выявлении того или иного типа коллизии между выбранными категориями или отдельными элементами. Например, для создания проверки на пересечение стен и перекрытий в проекте удобно создать соответствующие поисковые наборы (рис. 10).

После запуска и окончания проверки будут доступны результаты. По результатам проверки можно присвоить каждой коллизии статус (создать, активный, проанализировано, подтверждено, исправлено), назначить ответственного, сделать пометку, сохранить отчет (рис. 11). Как видно из рис. 11, архитектор запроектировал непрерывные стены между несколькими этажами, которые каким-то образом проходят сквозь перекрытия.

Подробнее с рекомендуемой методикой поиска коллизий в Navisworks Manage можно ознакомиться в [3] и [4].

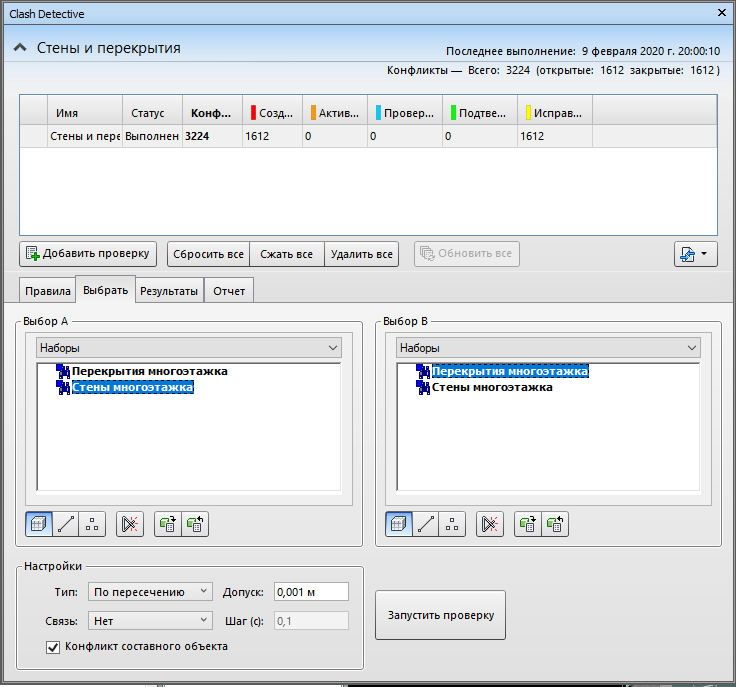


Рисунок 10 – Настройка Clash Detective для запуска проверки

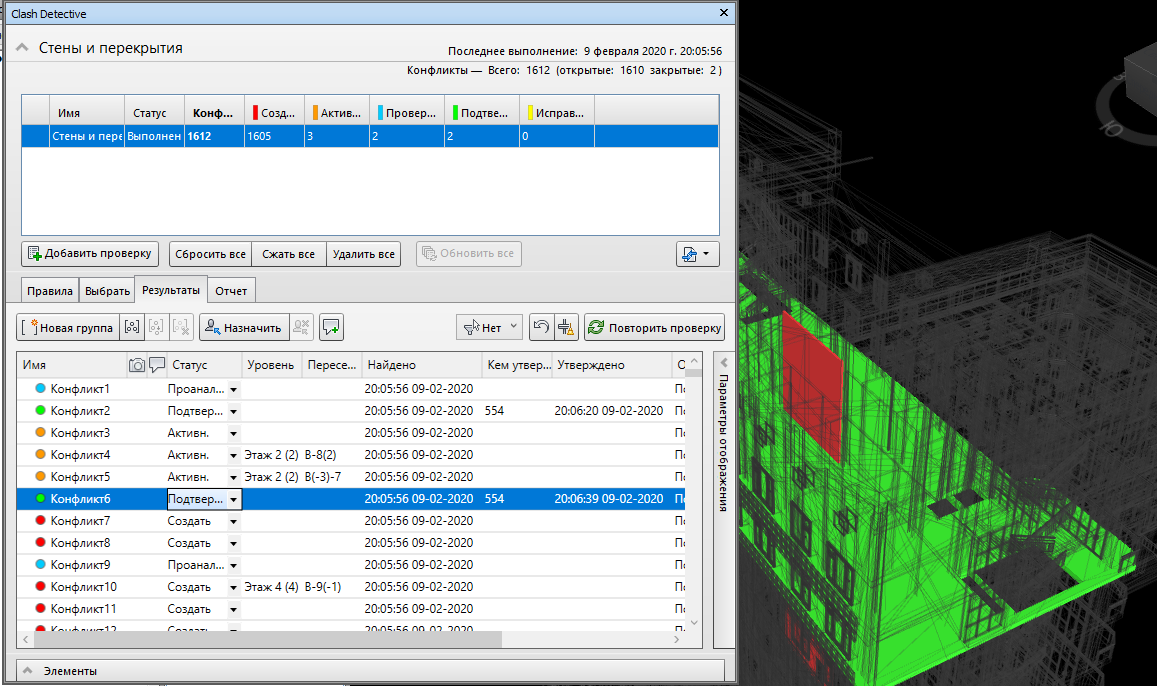


Рисунок 11 – Результаты проверки на коллизии

## Добавление календарного плана работ. Инструмент TimeLiner

Инструмент TimeLiner используется для связывания календарного плана с связывания календарного плана с BIM-моделью, то есть для построения 4D-модели.

После запуска инструмента появляется окно TimeLiner с 4 вкладками:

* «Задачи». Здесь можно добавлять задачи, определять сроки исполнения (планируемые и фактические), объемы работ, материалов, количество единиц техники или количество рабочих, указывать стоимость той или иной задачи, задавать тип (создание/временная конструкция/разрушения/свой тип), определять связь с bim-моделью (рис. 12).
* «Источники данных». Задачи можно как вводить вручную, так и импортировать из других файлов специализированных программ: MS Project, Primavera и файлы в универсальном формате .csv. *Примечание*. При связывании Navisworks Manage и MS Project необходимо наличие установленного MS Project на ЭВМ. В противном случае следует использовать файлы формата .csv.
* «Настройка». Настройка параметров отображения изменения цвета модели во времени с изменением процента выполненного объема задачи.
* «Моделирование». Настройка и моделирование (запуск анимации) 4D-модели. Возможна запись анимации в отдельный файл (например, AVI).

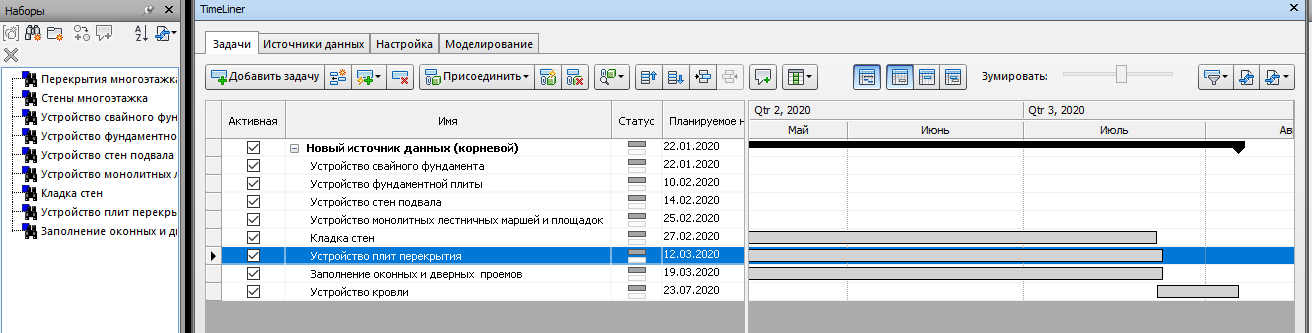


Рисунок 12 – Окно инструмента TimeLiner с импортированными задачами

Для связывания задач с элементами модели можно создавать свои правила с инструментом «Присоединить», либо использовать инструмент «Автоприсоединение с использованием правил» (на вкладке «Задачи»). Доступно 3 вида правил автоприсоединения:

* отображение задач из столбца Имя в Элементы с тем же именем;
* отображение задач из столбца Имя в Наборы объектов с тем же именем;
* отображение задач из столбца Имя в Слои с тем же именем.

Удобно использовать второе правило, предварительно создав наборы объектов. При этом важно следить за полным совпадением наименования задачи и соответствующего ей набора (рис. 13). Также необходимо определить тип задачи.

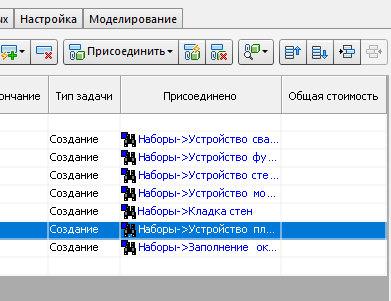


Рисунок 13 – Присоединение наборов к соответствующим задачам и определение типа задач

На рис. 14 и 15 показана визуализация моделирования процесса возведения здания.

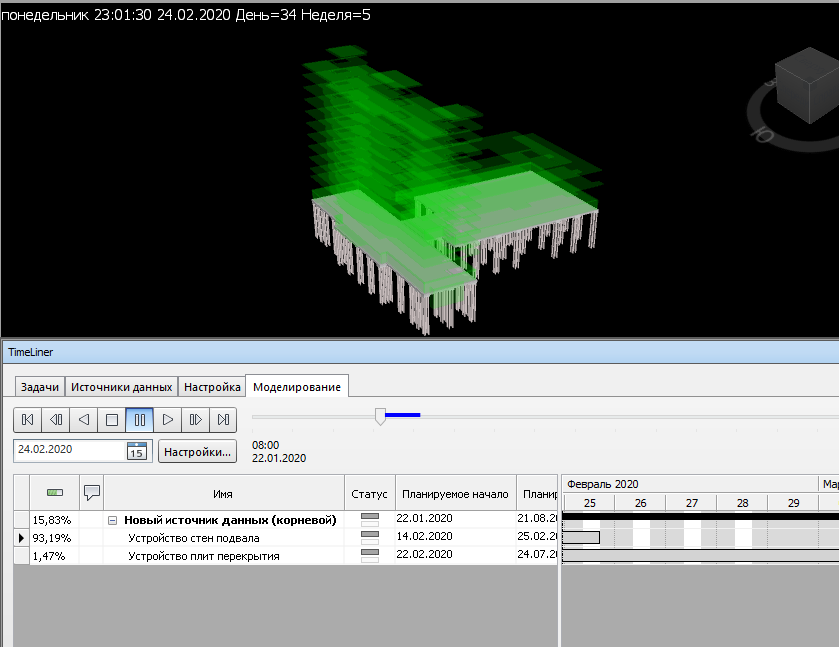


Рисунок 14 – Визуализация процесса возведения здания на начальном этапе

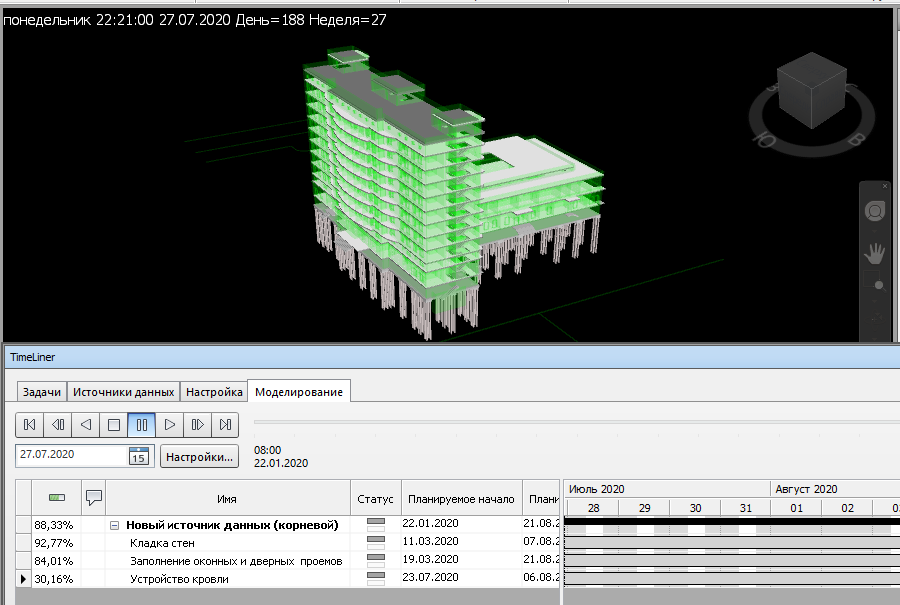


Рисунок 15 – Визуализация процесса возведения здания на завершающем этапе

## Совместное использование инструментов Clash Detective и TimeLiner для выявления временных коллизий

Функциональные возможности Clash Detective можно сочетать с другими инструментами Autodesk Navisworks:

1. Совместное использование Clash Detective и модуля анимации объектов дает возможность автоматически проверять наличие взаимодействий между движущимися объектами. Например, при связывании проверки Clash Detective с существующей сценой анимации в процессе ее воспроизведения будут автоматически выделены конфликты как статических, так и движущихся объектов: стрела крана, задевающая при повороте верхний этаж здания, наезд бетоновоза на бригаду рабочих и т. п.
2. Совместное использование модуля Clash Detective и инструмента TimeLiner позволяет при выполнении проверок на наличие коллизий в проекте учитывать время.
3. Совместное использование Clash Detective, и инструмента TimeLiner, и модуля анимации объектов позволяет выполнять проверки на конфликты в полностью анимированных планах-графиках.

Проверка конфликтов с учетом фактора времени объединяет основные функции Clash Detective и TimeLiner.

Модели проекта могут содержать статическое представление временных элементов, таких как рабочие комплексы, суда, краны, установки и т. д. Такие статические объекты можно добавить в проект TimeLiner и связать их с планом-графиком таким образом, чтобы они появлялись в определенных местах на определенный промежуток времени.

По мере "перемещения" этих статических рабочих пакетов по площадке проекта на основе спецификации TimeLiner возникает вероятность того, что два объекта рабочего пакета в какой-то точке спецификации займут одно и то же пространство. Такая ситуация называется конфликтом.

Задание проверки на наличие конфликтов с учетом фактора времени дает возможность выполнить автоматическую проверку возможности возникновения такой ситуации в течение всего периода действия проекта. Для этого необходимо совершить следующие действия:

1. В Autodesk Navisworks откройте файл модели проекта, содержащий спецификацию TimeLiner и задачи статических рабочих пакетов.
2. Перейдите на вкладку "Задачи" и убедитесь, что на ней отображаются задачи статических пакетов.
3. Перейдите на вкладку "Настройка" и убедитесь в том, что на нее добавлены типы задач, соответствующие статическим пакетам.
4. Перейдите на вкладку "Моделирование" и воспроизведите моделирование для просмотра отображения статических пакетов. Убедитесь в том, что они отображаются в правильном месте и в соответствующие периоды времени.
5. Откройте окно Clash Detective.
6. Перейдите на вкладку "Выбор".
7. На панелях "Набор А" и "Набор Б" выберите объекты, которые требуется проверить.
8. В раскрывающемся списке поля "Связь" выберите вариант TimeLiner.
9. Нажмите кнопку Выполнить проверку. Clash Detective в выполнит проверку на каждом интервале в проекте, чтобы убедиться в наличии или отсутствии каких-либо конфликтов. Количество обнаруженных конфликтов отображается в верхней части окна Clash Detective

# ЛИТЕРАТУРА

1. Правилам оформления и требованиям к содержанию курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ. Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2015. 83 с.
2. ГОСТ Р 7.0.5-2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. М.: Стандартинформ, 2008. 38 с.
3. Справка Autodesk Nawisworks 2019 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://help.autodesk.com/view/NAV/2019/RUS/, свободный. (Дата обращения: 12/02/2020).
4. BIM-стандарт. Площадные объекты: Шаблоны для проектных организаций и групп. М: ООО «КОНКУРАТОР», 2016. 176 с.