КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Л. А. ШАРАФУТДИНОВ, О. В. РАДАЙКИН

РАСЧЁТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО МОНОЛИТНОГО КАРКАСА С ПЛОСКИМИ ПЕРЕКРЫТИЯМИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Л. А. ШАРАФУТДИНОВ, О. В. РАДАЙКИН

РАСЧЁТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО МОНОЛИТНОГО КАРКАСА С ПЛОСКИМИ ПЕРЕКРЫТИЯМИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Учебно-методическое пособие

Казань 2025

УДК 624.012.35(075.8) ББК 38.539-028.1я73 Ш25

Рецензент

канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «КГЭУ» И. Р. Бадертдинов

Шарафутдинов, Линар Альфредович.

Ш25 Расчёт железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями методом конечных элементов : учебно-методическое пособие / Л. А. Шарафутдинов, О. В. Радайкин. – Казань : КГЭУ, 2025. – 112 с.

Представлены методические указания по расчёту железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями методом конечных элементов. Данный расчёт является частью курсовой работы по дисциплине «Организация проектно-изыскательной деятельности». Содержит наглядный алгоритм создания расчётной модели, включающий построение геометрии несущего каркаса, сбор и приложение нагрузок, задание жёсткостей и материалов, статический расчёт с подбором армирования в вертикальных и горизонтальных элементах схемы. Практические рекомендации изложены в соответствии с действующими нормативно-техническими документами.

Предназначено для обучающихся по образовательной программе направления подготовки 08.04.01 Строительство, направленность (профиль) «Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений».

УДК 624.012.35(075.8) ББК 38.539-028.1я73

Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом Института атомной и тепловой энергетики

© Шарафутдинов Л. А., Радайкин О. В., 2025 © КГЭУ, 2025

введение

Метод конечных элементов позволяет точно моделировать сложные физические процессы, происходящие в материалах, а также учитывать различные нагрузки и воздействия. В условиях современного строительства, где требования к устойчивости и долговечности конструкций возрастают, такие указания становятся важными для проектировщиков, инженеров и обучающихся в области гражданского и промышленного строительства.

Данное учебно-методическое пособие составлено с целью оказания помощи обучающимся, выполняющим курсовую работу по дисциплине «Организация проектно-изыскательной деятельности», предполагающую расчёт монолитного железобетонного каркаса с плоскими перекрытиями методом конечных элементов. В результате освоения материала учебнометодического пособия у обучающегося формируются знания и углубляется уровень освоения компетенций в сфере проектирования строительных конструкций, зданий и сооружений.

В пособии рассмотрены пример построения несущего каркаса здания в программном комплексе (ПК) САПФИР, сбор и приложение нагрузок, задание характеристик жесткостей и материалов, создание сочетаний нагрузок и усилий, а также подбор армирования в ПК ЛИРА-САПР.

Первый раздел пособия посвящён описанию исходных данных для проектирования, второй – геометрическому построению железобетонного каркаса, третий – сбору и приложению нагрузок на элементы каркаса, четвертый – созданию сочетаний нагрузок и усилий, пятый – созданию и корректировке материалов, шестой – экспорту модели в ПК ЛИРА-САПР и статическому расчёту, седьмой раздел – анализу результатов и подбору армирования в колоннах и плите перекрытия.

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Задания на проектирование с исходными данными приведены в прил. А. Согласно заданию необходимо разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов необходимо выполнить двумя способами: автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР и ручным методом заменяющих рам. В данном пособии приведен подробный алгоритм расчёта несущих элементов здания в ПК ЛИРА-САПР по исходным данным, приведённым на рис. 1.

| 1. Функциональное назнач | іен | ие здания: АБК промышленного преприяти | я |
|--------------------------|-------|--|--------|
| 2. Шаг колонн вдоль букв | енн | ых осей, мм 4500 | |
| 3. Шаг колонн вдоль цифр | ов | ых осей, мм 5000 | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | бук | венных осей 4 | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | циd | ровых осей 3 | |
| 6. Кол-во этажей | | 5 | |
| 6. Высота этажа, мм | | 2800 | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 250x500 | |
| 8. Класс бетона | | B25 | |
| 9. Класс арматуры | | A500 | |
| 10. Город строительства | | Казань | |
| 11. Тип местности | | В | |
| 12. Конструкция пола: | - | керамическая плитка | 12 мм |
| | - | плиточный клей | 10 мм |
| | - | цементно-песчаная стяжка | 60 мм |
| 13. Конструкция кровли: | 877.8 | техноэласт ПЛАМЯ СТОП | 5 мм |
| | - | праймер битумный | |
| | - | хризотилцементные пресс. плоские листы | 20 мм |
| | - | плиты из XPS Технониколь CARBON PROF | 100 мм |
| | - | технобарьер | 5 мм |
| | - | цементно-песчаная стяжка | 40 мм |
| 14. Наружные стены: | - | облицовочный кирпич | 80 мм |
| | - | утеплитель | 110 мм |
| | - | газобетон D400 | 400 |
| | | штукатурка | 10 мм |
| 15. Перегородки: | - | штукатурка | 10 мм |
| | - | поризованный кирпич 2.1 НФ | 120 |
| | | штукатурка | 10 мм |

Рис. 1. Исходные данные на разработку курсовой работы

Обучающемуся необходимо разработать проект согласно своему индивидуальному заданию, состоящий из пояснительной записки и графической части в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» [1].

Основными исходными данными являются:

 – функциональное назначение здания, от которого зависит кратковременная нагрузка на плиты перекрытия;

 – геометрические параметры проектируемого здания (шаг колонн вдоль буквенных и цифровых осей, количество пролётов вдоль буквенных и цифровых осей, количество этажей, высота этажа, сечение колонн);

– физические параметры (класс бетона, класс арматуры);

– расположение будущего здания (город строительства, тип местности);

– состав пола, кровли, стен и перегородок (для сбора нагрузок, действующих на перекрытия, покрытие, колонны).

Из всех геометрических параметров в ходе расчёта допустимо увеличить только сечение колонн при условии превышения максимального процента армирования. Согласно [2] площадь сечения продольной рабочей арматуры не рекомендуется назначать более 5 % площади поперечного сечения колонны.

Город строительства и тип местности необходимы для определения снеговой и ветровой нагрузок.

В рамках выполнения курсовой работы сейсмические нагрузки не учитываются, поэтому при расположении города в сейсмически активном районе в соответствии с СП 14.13330 [3] учитывать сейсмическую нагрузку не нужно.

2. КОМПАНОВКА НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ

Данный раздел посвящён методике построения геометрической модели проектируемого здания в ПК САПФИР. Приведённый алгоритм действий показан для примера с исходными данными на рис. 1.

Создание и настройка нового проекта

Для начала работы создаём новый проект (рис. 2).

| | <u> </u> |
|---|---|
| | <u>Н</u> овый Создать новый проект |
| | <u>С</u> охранить |
| ß | Сохранить <u>к</u> ак • |
| B | <u>С</u> оздать папку проекта |
| | . <u>С</u> оздать архив проекта |
| | <u>О</u> ткрыть |
| | <u>З</u> акрыть Закрыть текущий проект |

Рис. 2. Окно создания нового проекта в ПК САПФИР

После создания нового проекта в рабочей области появятся отображение системы координат *OXYZ* и вспомогательная сетка. Рекомендуется настроить окна программы в соответствии с рис. 3. Слева расположено окно «Свойства», справа – «Структура» проекта, интерфейс программы ленточный. Если данные окна отсутствуют, необходимо нажать правой кнопкой мыши по серой панели (рис. 4) и поставить галочки напротив соответствующих элементов («Свойства», «Структура»). При необходимости поменять положение данных окон.

| D □ □ □ · · · · A □ · | САЛФИР 2022 82 ж64-КОНСТРУКЦИИ - Проект 1 | - 0 X |
|---|--|--|
| Содание Аналитика Анностиции Ви Стена Плита Колонна Банка Свая 🦄 - Слик Инструг | All Transmosovers To Drove and Drov | Стиль с Окно с 2 с Проверить Проверка |
| Gesiens 3 X R II & C IV Q | Copress repsings () Roose tolegal and x | propet 3 × 0 0 0 0 (Π Pecen 1 1-∂ πακ |
| | + × | |
| | | |
| Укажите объект[ы] для редактирования | リー コート 1121 位 , 1121 日 1213 位 1010 色 1 0 2 9 6 12 1 A max 音音 🕷 44 parto provide in graphic to 音道 (本音 会 , 14 6 1 先 ア ジ A Mail 10 10 | initiation 10-3 outra |

Рис. 3. Интерфейс программы после создания нового проекта

| | | | | | | | | CAL | 1ФИР 2022 R | 2 x64-K0HC | ГРУКЦИИ - П | DORKT 1 | | | | | | | | - 0 | × |
|---|----------------------|------------------|------------|---------------|-------------|---------|----------|------------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|-----------|---------|--------------|--------------------|---|-----------------|-------------|----------|
| | ····· | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Canar x Ora | |
| Создание Ана | литика Аннотации Би, | а Редактирован | ne | 044 | | | | 1 | - | | | | | 1 | | | <u>_</u> | | 1 | CTRUE CIS | 10 . 8 . |
| | 🖕 📗 🗠 - 🔁 | 🖉 Проем 🚆 | Дверь | 1 | $\ell \Box$ | 1 L | · 🛆 | Nº | Щ m | - 📲 | 1 4 1 | 2 1 | l 🗋 🖷 | - C | E I | ا ۽ 🌉 | адание Здание | 🏠 | | | |
| Стена Плита Колонна | Балка Свая Жи Стык | St th War | а ПП Окно | Лестница 🗸 | Линия КС | 3D no | i - 🏫 | Загружения | Æ · 1 | - 21 | B 2 · | Построить | | Ноды | Уровни | сы Этаж І | 🔒 Свойства проекта | Провери | пь | | |
| | - ^ ^ | _ | - | | | линии | 1 60 | | + | 2+ | - | | 3 244 | | | , | -0 | | | | |
| | Инстру | ленты построения | | | | Поверк | ности | | Harp | узки | | Автоматиче | жое создание | Генератор | Кирпич | | Проект | Провер | 0 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | a 🖱 🖻 🕯 | | | | | | |
| | | | | | | | Стани | дарт | | | | | | | | | | | | | |
| Свойства | ⇒ × | 🧟 Стартовая | страница 💮 | Проект 1:06щи | й вид — Х | | Плон | | | | | | | | | | Ŧ | Структура | | | ά× |
| ≣ I I I V Q | | | | | | | VI o | | | | | | | | | | | 18 - 🔒 | 📴 🗸 🖉 | | |
| Идентификатор | 2 | | | | | | v Tipoe | скции и виды (ми | nati | | | | | | | | | > - □ □<th>юект 1</th><th></th><th></th> | юект 1 | | |
| Тип вида Название вила | SU BIA | | | | | | Резул | іьтаты армирован | N/R | | | | | | | | | ~ û | Здание 1 | | |
| Hadop cnoës | 30 Модепирование | | | | | | V Bicaya | ализация | | | | | | | | | | | 📋 1-й этаж | | |
| Масштаб вида | M 1:100 | | | | | | V Редак | ктирование | | | | | | | | | | | | | |
| Вид для ЖБК-результатов | Her | | | | | | И Пози | ционирование л | окатора | | | | | | | | | | | | |
| Аналитика для построения | Нет | | | | | | | | | - | | | | | | | | | | | |
| Pasgen | and M5 | | | | | | Служ | ебная информац | ψ r R | | | | | | | | | | | | |
| Цвет сетки | c4c3d4 | | | | | | Струк | ктура | | | | | | | | | | | | | |
| Сетка КЭ | Да | | | | | | Библі | иотеки | | | | | | | | | | | | | |
| Местные оси | Нет | | | | | | Berne | | | 22 | | | | | | | | | | | |
| Шарниры | Да | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| Показывать АЖТ | Да | | | | | | И ЛИСТЬ | ы | | 222 | | | | | | | | | | | |
| Режим визуатизации модет Значения нагрузок | Па | | | | | <u></u> | Свой | ства | | 22 | | | | | | | | | | | |
| Показать маркировку | Her | | | | | | Типо | вые объекты | | 222 | | | | | | | | | | | |
| Упрощенные модели | Да | | | | | | Пред | варительный про | осмотр | 222 | | | | | | | | | | | |
| Надписи в плоскости экрана | Her | | | | | | Инстр | рументы | | 222 | | | | | | | | | | | |
| Учитывать вес линии | Her | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Показывать арматиру | Her | | | | | | Настр | роить | | | | | | | | | | | | | |
| Уровень сечения, мм | 1200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Режим отрисовки подложки | По умолчанию | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ближняя граница, мм | 500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Дальняя граница, мм | 50000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X | -33333.33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Y | -33333.33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Z | 16666.67 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Опорная точка вида, м | M | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ŷ | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Z | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Идентификатор | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Идентификатор объекта в мо | сели | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10.0 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Структу | гра 🖸 Виды 🇋 Ли | осты | |
| | 8 📃 📝 🤇 | 14134 | | | D 🖨 I 🔉 🖸 🤇 | 🖓 🗗 🖓 1 | й этаж | ٣ | 🔒 🎊 41 | (ратковрем | енные нагруз | ки на 🝸 🕺 🖡 | 🖥 🔒 💡 | | | | | | | | |

Рис. 4. Вызов всплывающего меню с настройкой интерфейса программы

Следующим шагом выполняем настройку свойств проекта. Корректируем все нормативные документы на действующие в России и наиболее актуальные на момент выполнения курсовой работы. Для этого во вкладке «Создание» в ленточном меню нажимаем «Проект» — «Свойства проекта» (рис. 5).



Рис. 5. Вызов команды «Свойства проекта»

В открытом окне в поле «Варианты конструирования армокаменных конструкций в ПК ЛИРА-САПР» выбираем для СП 15.13330 «Да», для всех остальных норм – «Нет». В поле «Варианты конструирования ЖБК в ПК ЛИРА-САПР» выбираем для СП 63.13000 «Да», для всех остальных норм – «Нет». В поле «Варианты конструирования СТК в ПК ЛИРА-САПР» выбираем для СП 16.13000 «Да», для всех остальных норм – «Нет». В поле «Варианты конструирования СТК в ПК ЛИРА-САПР» выбираем для СП 16.13000 «Да», для всех остальных норм – «Нет», после чего нажимаем на кнопку «Применить». Далее в строках «Текущий норматив ЖБК», «Текущий норматив АКК», «Текущий норматив СТК» выбираем нормативные документы СП 63.13000, СП 15.13330, СП 16.13000 соответственно. Норматив по нагрузкам выбираем СП20.13330.

В поле «Коэффициенты надёжности по ответственности» для 1-го и 2-го предельного состояния значения должны быть равны «1,0». При отличных значениях необходимо исправить на «1,0». В этом же окне в поле «Параметры аналитической модели» \rightarrow «Поиск пересечений» \rightarrow «Настройки пересечений» выбираем в всплывающем меню «Реальные объёмы».

В поле «Параметры аналитической модели» \rightarrow «Триангуляция» \rightarrow «Стержни» вписываем значение «1», для пластин – значение «0,25», после чего нажимаем «Применить».

Все необходимые параметры, описанные выше, показаны на рис. 6.

| 🔳 Параметры | | × |
|---|---------------------------|---|
| Описание | | ^ |
| Назначение здания | Жилые здания | |
| Режимы отрисовки осей | На активном этаже | |
| Цвет закладок | c8dcfa | |
| Файл результатов расчёта | | |
| Автозагрузка результатов | Да | |
| Текущий норматив ЖБК | СП 63.13330.2012/2018 | |
| Текущий норматив АКК | СП 15.13330.2012 | |
| Текущий норматив СТК | СП 16.13330.2017 | |
| Норматив по нагрузкам | СП 20.13330.2011/2016 | - |
| 😑 Варианты конструирования армокаменных ко | онструкций в ПК ЛИРА-САПР | |
| СНиП II-22-81 | Нет | |
| ДБН В.2.6-162 | Нет | |
| СП 15.13330.2012 | Да | |
| 😑 Варианты конструирования ЖБК в ПК ЛИРА-С | САПР | |
| СНиП 2.03.01-84* | Нет | |
| TCH 102-00* | Нет | |
| ДСТУ 3760-98 | Нет | |
| СНиП 52-01-2003 | Нет | |
| EUROCODE 2 | Нет | |
| ТКП/ОР 45-5.03200 | Нет | _ |
| CT 63.13330.2012/2018 | Да | |
| ДБН В.2.6-98:2009 | Нет | |
| CT PK EN 1992-1-1:2004/2011 | Нет | |
| ТКП ЕМ 1992-1-1-2009 | Нет | |
| СТО НОСТРОЙ 2.6.15-2011 | Нет | |
| EN 1992-1-1-2004 IDT | Нет | |
| | | |
| | Нат | |
| EN 1993 1 1:2005/2011 | Нет | |
| AISC LEED 2nd edition | Нат | |
| CD 16 13330 2017 | | |
| 75H R 2 6 109:2014 | Har | |
| CE RK EN 1002 1 1/2005/2011 | Har | |
| | nei | |
| Параметры контуров продавливания СП 63.13330.2012/2018 | | |
| Коэффициент продавливания | 1.0 | |
| Распознавать пилон | Да | |
| Соотношение сторон пилона | 3.0 | |
| Тип параметра контура продавливания | Коэффициент | |
| Закругление | Нет | |
| Учитывать край | Да | |
| Учитывать отверстия | Да | |
| Отпор грунта | Нет | |
| Коэффициенты надёжности по нагрузке | | |
| Применять коэффициенты | Да | |
| 😑 Коэффициенты надёжности по ответственност | ти | |
| Для 1-го предельного состояния | 1.0 | |
| Для 2-го предельного состояния | 1.0 | |
| Для аварийных/особых сочетаний | 1.0 | |
| Генерировать монтажные РСН | Да | |
| Поиск пересечений | | |
| Настройки пересечений | Реальные объемы | |
| Усл. удлинение стержня мм | 500 | |
| Укорачивать стержни | Ла | |
| Лотогивать IV стержни | нат. | |
| Триангуляция | | |
| Стержней, м | 1 | |
| Пластин | <u></u> 0.25 м | |

Рис. 6. Настройка свойств проекта

Далее переходим к построению координационных осей. Команда находится во вкладке «Создание» в ленточном меню «Инструменты построения» → «Координационные оси» (рис. 7).



Рис. 7. Вызов команды «Координационные оси»

После вызова команды «Координационные оси» под ленточным меню нажимаем на кнопку «Параметры» для настройки осей (рис. 8).



Рис. 8. Вызов окна «Параметры»

В открывшемся окне «Координационные оси» имеются две основные области, которые соответствуют цифровым осям (вертикальные линии сетки) и буквенным осям (горизонтальные линии сетки). В соответствии с заданием для нашего здания количество пролётов вдоль буквенных осей равно 4, значит буквенных осей будет 5 (А, Б, В, Г, Д). Количество пролётов вдоль цифровых осей – 3, значит цифровых осей – 4 (1, 2, 3, 4). Шаг колонн вдоль буквенных осей по заданию – 4500 мм, вдоль цифровых осей – 5000 мм.

Для создания новой оси нажимаем на «+». Интервал в окне «Координационные оси» соответствует шагу колонн по заданию. При необходимости можно удалить лишние слои. Заполненное окно координационных осей согласно заданию представлено на рис. 9. После заполнения нажимаем на кнопку «ОК» и указываем положение координационных осей в начале системы координат *OXYZ* (рис. 10).

| Координационные оси | | | | | | × |
|--|-------------------------------------|---|---------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| онно онно онно онно онно онно онно онн | Интерв Вертик Маркир Ив на | алы альные линии ювка 1,2,3 чале 💽 | сетки . V 1 в конце | Горизс А,Б,В. Увн | нтальные лин на начале | ии сетки чинать с А В конце |
| | Обо | Интервал | Позиция | Обо | Интервал | Позиция |
| | 1 | | 0 | Α | 4500 | 0 |
| | 2 | | 5000 | Б | 4500 | 4500 |
| | 3 | | 10000 | В | | 9000 |
| | 4 | | 15000 | Г | | 13500 |
| Внешний радиус R, мм 24000 | | | | Д | | 18000 |
| Продление осей D, мм 2000 | | | | | | |
| | + | × | * | + | × | * |
| 🗹 для всех этажей | | | | | OK | Отмена |

Рис. 9. Заполненное окно «Координационные оси» по заданию

Следующим шагом настроим основной вид рабочего пространства. По умолчанию рабочее пространство представлено в 3*D*-изометрии. Перейдём к виду сверху. Для этого нажмём на кнопку «Вид сверху» (рис. 11) под ленточным меню. Если команда отсутствует, необходимо нажать правой кнопкой по серой области вне рабочего пространства (по аналогии с рис. 4) и поставить галочку напротив «Проекции и виды (мини)».



Рис. 10. Положение координационных осей

| ор | Кирпич | Проект | |
|-----|--------|------------------------------------|---|
| | | | |
| 8.0 | 0 🗖 🗖 | | |
| | 🔁 I | Вид сверху (Page up) Вид сверху | - |
| | _ | | |

Рис. 11. Команда «Вид сверху»

Рабочее пространство модели примет вид сверху (рис. 12).



Рис. 12. Рабочее пространство модели, вид сверху

Настроим высоту этажа в соответствии с заданием. Согласно исходным данным высота этажа равна 2800 мм. В структуре нажимаем на «1-й этаж» и в свойствах корректируем высоту этажа на «2800». После чего нажимаем на галочку сверху в окне «Свойства» (рис. 13).

| ф × |
|-----------------|
| |
| 4 |
| Этаж |
| 1-й этаж |
| не задана |
| не определено |
| 0 |
| 0,000 |
| 2800 |
| 0.00 (1-й этаж) |
| |
| Да |
| 2800 |
| Да |
| 0 |
| |

Рис. 13. Корректировка высоты 1-го этажа

Построение вертикальных несущих элементов

Перейдём к построению вертикальных несущих элементов колонн и стен. По заданию сечение колонн – 250х500. Толщину стен принимаем 250 мм.

Нажимаем на кнопку «Колонна», расположенную во вкладке «Создание» → «Инструменты построения» (рис. 14).



Рис. 14. Вызов команды «Колонна»

Далее в открывшемся меню под лентой нажимаем кнопку «Сечение» и настраиваем сечение колонны по заданию (рис. 15, 16).

| | D 🗁 🖬 | h = 6 | > 🏠 | + | 7 | | | | | | | | | |
|---------------|---------------------------------|--------------|---------------|------|------------------|------------|------------------|---------------|--------------|-----------------------|----------|-------|----|--------------------------|
| \checkmark | Создание | Ана | литика | Ан | нотации | Вид | , Редакти | рование | | | | | | |
| | | 0 | \mathbf{v} | Û | <i>i</i> Ma | Г ⊗ | <u>√2 П</u> роем | | 🛛 Дверь | J. | *** | Ď | ¢. | 1/1 [|
| <u>С</u> тена | а <u>П</u> лита <u>К</u> о т | олонна т | <u>Б</u> алка | Свая | My - | Стык | Δ Η ± ΔΗ | <u>Ш</u> ахта | <u>О</u> кно | <u>Л</u> естница * | _ | Линия | KC | <u>3</u> D по линии ▼ |
| | | | | | | Инструм | енты построе | ния | | | | | | Повер |
| ÷. | 🛛 Сечени | e N | ривязка | Ą | , -) | Ø | | 0 |] 🛃 | | 0 | | Уг | ол: 0 |

Рис. 15. Команда «Сечение»

После настройки сечения колонны («Ширина сечения *b*» – 250 мм, «Высота сечения *h*» – 500 мм) нажимаем на кнопку «ОК». В рабочем пространстве появляется курсор с созданным сечением. Проставляем колонны в местах всех пересечений осей согласно рис. 17. При построении колонн курсор автоматически привязывается к пересечениям, о чём сигнализирует розовый квадрат вблизи курсора.



Рис. 16. Параметры сечения колонны



Рис. 17. Построение колонн

Для контроля построения колонн можно перейти в изометрический вид либо сдвинуть область модели с помощью зажатой правой кнопки мыши. Модель перейдет в 3*D*-вид (рис. 18). Для выхода из команды «Колонна» нажимаем Esc.

Далее выполним построение стен толщиной 250 мм. Для этого выберем самостоятельно ячейку, в которой будет располагаться лестничная клетка (ЛК). Расположим ЛК в осях «2–3 / В–Г». Так как размер ячейки равен 5000х4500, ограничим ширину ЛК до 2500 мм. Ширина марша при этом будет равна 1200 мм, зазор между маршами – 100 мм. Ширина площадки – 1200 мм.



Рис. 18. 3Д-вид модели с построенными колоннами

Для построения стен нажимаем на команду «Стена», расположенную во вкладке «Создание» → «Инструменты построения» (рис. 19).



Рис. 19. Вызов команды «Стена»

Далее в открывшемся меню под лентой выбираем способ создания стен, нажимаем кнопку «Прямоугольник» и настраиваем привязку «Стена справа от оси». Толщину стены указываем 250 мм (рис. 20).

Выполняем построение в рабочей области (рис. 21). При этом сразу настроить ширину, равную 2500, не получится, выставляем курсор на привязку в виде розового треугольника, что говорит о привязке к центру пролёта (рис. 21). Далее замерим величину ширины ЛК. Переходим во вкладку «Редактирование» — «Аннотации» — «Размеры» (рис. 22).



Рис. 20. Выбор способа построения стен



Рис. 21. Построение стен:

a – до нажатия левой кнопки мыши;
 δ – после нажатия левой кнопки мыши



Рис. 22. Расположение команды «Размеры»

После вызова команды «Размеры» выполняем замер ширины ЛК (рис. 23). Полученная величина равна 2250, значит необходимо растянуть нижнюю стену вниз на величину 250 мм. Для этого нажимаем на стену, стена окрашивается в голубой цвет и появляются вспомогательные элементы (синие треугольники в углах и в середине стен). Нажимаем на синий треугольник у нижней части стены и тянем вниз. На клавиатуре указываем размер 250 мм и нажимаем Enter.



Рис. 23. Вытягивание стены вниз на 250 мм

После построения стены удаляем две лишние колонны в углах стен и вспомогательный размер 2250. Выделяем элементы, удерживая кнопку Shift на клавиатуре, затем нажимаем на Delete.

Далее при нажатии двойного клика по колёсику мышки в рабочем поле отображаются все элементы модели (рис. 24).



Рис. 24. Рабочее пространство после построения стен

Заметим, что структура проекта изменилась. В составе 1-го этажа появились «Колонны» и «Стены». При нажатии правой кнопкой мыши по «Колоннам» выходит меню. Можно скрыть данные элементы, удалить, показать, выделить и т. д. Элемент «Обозначение» не имеет выпадающего списка, так как единственный размер мы удалили ранее. Данный элемент удалим, нажав правой кнопкой мыши и выбрав команду «Удалить» (рис. 25).



Рис. 25. Работа с элементами структуры проекта

Выполним сохранение проекта на рабочий стол. Для этого нажимаем на значок «САПФИР» в верхнем левом углу и в меню выбираем «Сохранить как» (рис. 26).



Рис. 26. Сохранение проекта

В открывшемся окне выбираем путь и указываем имя файла, после чего нажимаем на кнопку «Сохранить».

Далее выполним построение дверного проёма в стене. Для этого воспользуемся командой «Дверь» (рис. 27), расположенной на вкладке «Создание» — «Инструменты построения».



Рис. 27. Команда «Дверь»

Правой кнопкой мыши вращаем модель и находим месторасположение двери (рис. 28). Нажимаем на левую кнопку мыши и устанавливаем дверь в выбранном положении. Далее выполним корректировку габаритов двери. Нажимаем на проём и в свойствах корректируем ширину проёма на 1500 мм, высоту проёма – на 2200 мм. Нажимаем на галочку (рис. 29). Далее смещаем дверной проём на середину стены с помощью зажатой левой кнопки мышки.



Рис. 28. Привязка входной двери в ЛК

| Свойства | ų × | 📎 Стартовая страница 🔐 Проект 1.spf:Общий вид 🗙 |
|---------------------------|---------------|---|
| ∰ II, i ∨ Q | | |
| Идентификатор | 28 | |
| Тип объекта | Дверь | |
| Наименование | Дверь | |
| Слой | Слой САПФИР | |
| Параметры проема | Дверь | |
| Заполнение проема | | |
| Функция | Не определено | |
| Маркировка | | |
| Аппроксимация | 1.0 | |
| Ширина проема, мм | 1500 | |
| Высота проема, мм | 2200 | |
| В Размещение двери | | T |
| Размещение проема | По нормали | |
| Привязка | Слева | |
| Позиция, мм | 414.10 | |
| Применять к смежным с | . Нет | |
| Вдоль стены | Нет | 8 |
| 🖯 Привязка уровня | | |
| Привязка уровня | От низа этажа | |
| Уровень, мм | 0 | |
| Уровень, мм | 0 | |
| Поворот контура проема, | 0 | |
| Глубина, мм | 50 | |
| Сторона | Лицевая | |
| Вектор проема | По нормали | |
| Четверти, мм | 0 | |
| Нагрузка от ветра | Нет | 1500 |
| Применение | Всегда | |
| Обозначать опалубку | Нет | |
| Перемычка | Нет | |
| СА под проемом | Нет | |
| Горизонтальные линии триа | Нет | |

Рис. 29. Корректировка ширины и высоты двери

Построение лестничной клетки

Перейдём на вид сверху. Выберем команду «П-образная лестница», расположенную на вкладке «Создание» → «Инструменты построения» → «Лестница» (рис. 30).

| 🛞 🗅 🖻 🖬 🕇 - d | • - 🅎 🖽 = | | | САПФИР 2022 R2 x64- |
|-----------------------------|----------------------|----------------------------------|------------------------------------|---|
| Создание Ана | литика Аннотации Ви, | д Редактирование | | |
| Стена Плита <u>К</u> олонна | Балка Свая Ж • Стык | ∑≥ Проем ↓ ΔH Шахта ↓ Ωкно | ГР Стица Дестница ↓ Линия КС | 1 ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ |
| | Инстру | менты построения | Одномаршевая лестница | Поверхности |
| Свойства | т × | 🏖 Стартовая страница 🔓 | <u>[-образная лестница</u> | |
| 🗄 🛛 🖉 🗸 🗸 | | | П-образная лестница | |
| Идентификатор | 2 | | П-образна | я лестница |
| Тип вида | 3D вид | | Винтовая Добавлени | е п-образной |
| Название вида | Общий вид | | лестницы в | в модель здания |
| Набор слоёв | 3D Моделирование | | Курсора | муказыванием |
| Масштаб вида | M 1:100 | | Круговая лестница | |
| Вид для ЖБК-результатов | Нет | | | |
| Аналитика для построения | Нет | | | |
| | | | | |

Рис. 30. Команда «П-образная лестница»

В проявившемся меню под лентой настраиваем следующие параметры (рис. 31):

- высота - 2800 мм, соответствует высоте этажа по заданию;

- ширина марша 1200 мм;
- поворот лестницы 90° (зависит от построенных стен);
- зазор между маршами 100 мм (в свойствах);
- толщина железобетона 200 мм (в свойствах);
- толщина железобетона площадки 200 мм (в свойствах);
- толщина железобетона марша 200 мм (в свойствах);
- внутреннее ограждение «Нет»;
- внешнее ограждение «Нет».

После настройки всех параметров устанавливаем лестницу в рабочем пространстве модели между стенами. Далее передвигаем лестницу с привязкой угла площадки к внутреннему углу стен (рис. 32). Для этого выделяем лестницу и используем команду «Перенести», расположенную на вкладке «Редактирование».



Рис. 31. Параметры лестницы

| 👝 🗅 🖻 🖬 🕇 - 🕐 - 🏟 🚟 | Ŧ | САПФИР 2022 R2 x64-КОНСТРУКЦИИ | - D:\Linar\1. РАБОТА\КГЭУ\Методички\ |
|---|-------------------------------|---|--|
| Создание Аналитика | Аннотации Ви, | Редактирование | |
| D - M / / 2 - 2 D - M / 2 - 2 B⊌6op | È □ ⁄⁄⁄ > ⊾ - ↗ % 0 | С Преобразовать Заменить Металл: Металл: Металл: Перенести Копировать Всганить Выравние вершину Корректировка | ание Выровнять розната на страната на стра |
| Свойства | й ж/бетон 🗸 🗐 | Д. Проект 1.spf:06щий вид × | Несущий конструктив |
| E 🖉 🗸 🔍 🔍 | | | |
| Идентификатор | 36 🔺 | | |
| Тип объекта | Лестница | | |
| Наименование | Лестница | | |
| Слой | Слой САПФ | | |
| Несущая конструкция | монолитный | | |
| Базовая точка | правая низ | | |
| 🗉 Габарит лестницы, мм | | | |
| Длина марша | 3000 | | |
| Высота марша | 2800 | | * |
| Ширина марша | 1200 | | |
| Зазор между маршами | 100 | | |
| Ширина лестничной площадки | 1200 | | |
| Основание | | | |
| Толщина ж/бетона, мм | 200 | | |
| Толщина ж/бетона площадки, мм | 200 | | |
| Толщина ж/бетона вехнего марша, мм | 0 | | |
| Параметры аналитической модели | | | |
| Ступени | | | |
| Заданный параметр | высота ступ | | |
| Число ступеней | 18 | | |
| ширина проступи, мм | 333.33 | | |



После построения лестницы проверяем её расположение в 3*D*-виде (рис. 33).



Рис. 33. Изометрия модели

Построение плиты перекрытия первого этажа

Для создания плиты перекрытия перейдём на вкладку «Создание» → «Инструменты построения» → «Плита» (рис. 34).



Рис. 34. Команда «Плита»

В открывшемся меню под лентой настраиваем параметры плиты и её построение. Для этого выбираем способ построения прямоугольником, привязка от верха этажа (рис. 35).

Толщину плиты назначаем в зависимости от величины максимального пролёта согласно [4]. Для этого максимальный пролёт, в наше случае 5000 мм, делим на 32. Полученное значение – 156 мм – округляем до 10 мм и принимаем не менее 200 мм.



Рис. 35. Настройка плиты перекрытия

После активации команда указывает на внешний угол колонны с одной стороны и противоположный угол другой колонны, расположной по диагонали (рис. 36).



Рис. 36. Создание плиты перекрытия

После нажатия правой кнопки мыши плита перекрытия окрашивается в коричневый цвет (рис. 37). Чтобы выйти из режима создания плит, нажимаем Esc на клавиатуре.

Рис. 37. Вид модели с построенной плитой перекрытия

В месте устройства лестницы необходимо добавить проём. Для этого во вкладке «Создание» → «Инструменты построения» выберем команду «Проём» (рис. 38).

| 🖬 🕈 - (| ÷ - 🏠 | | Ŧ | | | | | | | | | |
|---|--|--|------------------|---------|---|--|---|---|---|---|---|---|
| ние Ан | алитика | Ан | нотаци | и Вид | , Редакти | рование | 2 | | | | | |
| Ũ | \mathbf{v} | Q | M · | | <u>√2 П</u> роем | | 🛛 Дверь | | *** | Ď | ¢ | |
| <u>К</u> олонна | <u>Б</u> алка | Свая | My | Стык | Kan ± ΔH | <u>Ш</u> ахта | <u>О</u> кно | <u>Л</u> естница | _ | Линия | KC | 1 |
| | | | | Инструм | енты построе | ния | | | | | | |
| Проём (О) Создание проёма в элементе | | | | | | | | | | | | |
| | ние Ан () () () () () () () () () () () () () | ние Аналитика Колонна <u>Б</u> алка | Ние Аналитика Ан | | П О | ние Аналитика Аннотации Вид Редакти ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ | ние Аналитика Аннотации Вид Редактирование Колонна Балка Свая № Стык Свая Инструменты построения Инструменты построения Гоздание проё типа плита, сте | ние Аналитика Аннотации Вид Редактирование Колонна Балка Свая № Стык Создание проёма в элемент | ние Аналитика Аннотации Вид Редактирование Колонна Балка Свая № Стык Создание проёма в элементе типа плита, стена и т.п. | ние Аналитика Аннотации Вид Редактирование ние Аналитика Аннотации Вид Редактирование ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ | ние Аналитика Аннотации Вид Редактирование ние Аналитика Аннотации Вид Редактирование Колонна Балка Свая № Стык Колонна Балка Свая № Стык Инструменты построения Инструменты построения Проём (O) Создание проёма в элементе типа плита, стена и т.п. | ние Аналитика Аннотации Вид Редактирование ние Аналитика Аннотации Вид Редактирование Колонна Балка Свая № • Стык Колонна Балка Свая № • Стык Инструменты построения Инструменты построения Коздание проёма в элементе типа плита, стена и т.п. |

Рис. 38. Команда «Проём»

После нажатия на команду «Проём» выбираем плиты перекрытия, способ построения проёма – «Прямоугольник» и выполняем построение проёма (рис. 39).

Рис. 39. Построение проёма в перекрытии

С помощью кнопки Esc выходим из режима создания проёма.

Создание этажей

В соответствии с заданием на проектирование здание имеет 5 этажей. Выполним создание этажей в структуре проекта. Для этого нажимаем на кнопку «Создать этаж» (рис. 40).

| Структура | д |
|---------------------------------|---|
| {8 - 6 📴 🛤 🧆 🗭 | |
| ✓ ☐ Проект 1.spf | |
| 🗸 🔓 Зд 📑 Создать этаж (Shift+=) | |
| 🗸 🔂 Создать новый этаж | |
| »{\$ Плита | |
| >{\$ Колонна | |
| > -{\$ Лестница | |
| > -{\$ Проём | |
| > -{\$ Дверь | |
| »{\$ Несущая стена | |
| > -{\$ Оси координационные | |
| | |

Рис. 40. Команда «Создать этаж»

В открывшемся окне вводим количество новых этажей. В нашем случае 4, так как 1-й этаж уже готов. Высота этажа по заданию: 2800 мм. Ставим галочку возле строки «Копировать элементы» (рис. 41). Далее нажимаем «ОК».

| Создать новый : | этаж | | × | | | | | | | |
|--|----------------------------|------------|-------------|--|--|--|--|--|--|--|
| Наименование: | 2-й этаж | | | | | | | | | |
| Количество: | 4 | | | | | | | | | |
| Высота этажа: | 2800 | | | | | | | | | |
| Уровень: | 2800 | (отметка | низа этажа) | | | | | | | |
| Размещение нового этажа В здании "Здание 1" | | | | | | | | | | |
| 🖲 добавить | верхний этаж | | | | | | | | | |
| О вставить н | над текущим эта: | жом | | | | | | | | |
| О вставить г | под текущим эта: | жом | | | | | | | | |
| 🔾 добавить | нижний этаж | | | | | | | | | |
| вставить эл | ементы из буфер | ра обмена | | | | | | | | |
| 🗹 копировать | элементы | | Фильтр | | | | | | | |
| 🗹 проверить н | корректность эле | ментов | | | | | | | | |
| 🗹 назначить н | ювый этаж в кач | естве теку | щего | | | | | | | |
| показать пл | показать план нового этажа | | | | | | | | | |
| служебный | (игнорируемый) | | | | | | | | | |
| | (| DK | Отмена | | | | | | | |

Рис. 41. Параметры новых этажей

После выполнения данной команды модель преобразуется и примет следующий вид (рис. 42). Выполним сохранение модели, нажав на иконку дискеты в верхнем левом углу окна САПФИР.

Рис. 42. Вид модели с созданными этажами

Выполним построение конструкций выхода на крышу в виде 4 стен, которые скопируем с верхнего этажа, и плиты покрытия. Для этого в структуре раскрываем элементы 5-го этажа. Выделяем стены правой кнопкой мыши (рис. 43), после чего создаём 6-й этаж. Нажимаем правой кнопкой мыши на 6-й этаж и выбираем «Вставить выделенные элементы» (рис. 44).

| Структура | | | џ | × |
|----------------------------------|----------|--------------------|---|---|
| {\$ - 🔂 📴 👧 🚓 | ¢ |) | | |
| 🗸 📋 Проект 1.spf | | | | |
| 🗸 🍙 Здание 1 | | | | |
| 🗸 🔲 5-й этаж | | | | |
| > -{\$ Плита | | | | |
| > {\$ Колонн | на | | | |
| > {\$ Лестни | ца | | | |
| > {\$ Проём | | | | |
| > {\$ Дверь | | | | |
| > {\$ Hecy | | Выделить | | _ |
| > 🔲 4-й этаж | | 0 | | - |
| > ∘ <u> </u> | | Отменить выделение | | |
| > — С 2-й этаж > — С 1-й этаж | | Копировать | | |
| > -{\$ Оси коо | | Удалить | | |
| đ | 1 | Найти и показать | | |

Рис. 43. Выделение стен 5-го этажа

Рис. 44. Копирование выделенных элементов на 6-й этаж

Далее с помощью команды «Плита» создаём плиты перекрытия (рис. 45).

Рис. 45. Создание плиты перекрытия (выход на крышу)

На этом создание геометрии завершено.

3. СБОР НАГРУЗОК

Постоянные нагрузки на плиты

Сбор нагрузок ведём в табличном виде (табл. 1). Во второй колонке табл. 1 заполняем состав конструкции пола, кровли, наружных стен и перегородок по заданию. Далее указываем толщину всех материалов согласно исходным данным в 3-й колонке. В 4-й колонке таблицы указываем плотность материалов согласно данным производителей либо данным [5]. Нормативное значение (столбец 5) веса справочным конструкций заводского изготовления следует определять на основании рабочих чертежей или паспортных стандартов, данных заводовизготовителей. Для остальных случаев 5-я колонка для «Нагрузок на плиту покрытия» и «Нагрузок на плиты перекрытия» получается путём перемножения толщины (столбец 3) на плотность (столбец 4). Пятая колонка для «Линейных нагрузок» от наружных стен и перегородок путём перемножения толщины (столбец 3), получается плотности (столбец 4) и высоты стены. Следующая колонка 6 заполняется в соответствии с СП 20.13330 [6]. Расчётное значение нагрузки вычисляем как произведение нормативного значения (столбец 5) на соответствующий коэффициент надёжности по нагрузке (столбец 6). Для каждого значения вычисляем суммарную нормативную и расчётную нагрузку, после чего находим средний коэффициент надежности путём деления расчётной величины на нормативную.

Таблица 1

| № п/п | Наименование | Толщина, м | Плотность, кг/м | Норма- тивное значение, кг/м ² | Коэффи- циент надеж- ности ү _f | Расчетное значение, кг/м ² | | | | |
|-------------------------------|--|---------------|--------------------|--|--|---|--|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | |
| | Постоянные нагрузки, кг/м | | | | | | | | | |
| 1. Нагрузки на плиту покрытия | | | | | | | | | | |
| 1 | Техноэласт ПЛАМЯ СТОП | 0,005 | _ | 5,2 | 1,3 | 6,76 | | | | |
| 2 | Праймер битумный | _ | _ | 1 | 1,3 | 1,3 | | | | |
| 3 | Хризотилцемент- ные прессованные плоские листы | 0,02 | 1800 | 36 | 1,2 | 43,2 | | | | |

Сбор постоянных нагрузок

Окончание табл. 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | |
|---|--|-------------|-------------|------------|------|-------|--|--|--|
| 4 | Плиты из XPS Технониколь CARBON PROF | 0,1 | 35 | 3,5 | 1,2 | 4,2 | | | |
| 5 | Технобарьер | 0,005 | _ | 4 | 1,2 | 4,8 | | | |
| 6 | Цементно- песчаная стяжка | 0,05 | 2200 | 110 | 1,3 | 143 | | | |
| 7 | Обшивка потолка | _ | _ | 20 | 1,2 | 24 | | | |
| | Итого | | | 180 | 1,26 | 227 | | | |
| | | 2. Нагруз | ки на плиты | перекрытия | | | | | |
| 1 | Керамическая плитка | 0,012 | 2400 | 28,8 | 1,2 | 34,56 | | | |
| 2 | Плиточный клей | 0,01 | 2200 | 22 | 1,3 | 28,6 | | | |
| 3 | Цементно- песчаная стяжка | 0,06 | 2200 | 132 | 1,3 | 171,6 | | | |
| 4 | Обшивка потолка | _ | _ | 20 | 1,2 | 24 | | | |
| | Итого | | | 203 | 1,28 | 259 | | | |
| | 3. Линейные нагрузки, кг/п.м | | | | | | | | |
| | | Наружная ст | ена | | Н | = 2,8 | | | |
| 1 | Облицовочный кирпич | 0,08 | 1800 | 403,2 | 1,1 | 443,5 | | | |
| 2 | Утеплитель (минеральная вата) | 0,11 | 120 | 36,96 | 1,2 | 44,4 | | | |
| 3 | Газобетон D400 | 0,4 | 400 | 448 | 1,1 | 492,8 | | | |
| 4 | Штукатурка | 0,01 | 1800 | 50,4 | 1,3 | 65,5 | | | |
| 5 | Финишная отделка | _ | 10 | 28 | 1,2 | 33,6 | | | |
| | | | | 967 | 1,12 | 1080 | | | |
| | | Перегородн | си | | Н | = 2,8 | | | |
| 1 | Финишная отделка | _ | 10 | 28 | 1,2 | 33,6 | | | |
| 2 | Штукатурка | 0,01 | 1800 | 50,4 | 1,3 | 65,5 | | | |
| 3 | Поризованный кирпич 2.1 НФ | 0,12 | 1800 | 604,8 | 1,1 | 665,3 | | | |
| 4 | Штукатурка | 0,01 | 1800 | 50,4 | 1,3 | 65,5 | | | |
| 5 | Финишная отделка | _ | 10 | 28 | 1,2 | 33,6 | | | |
| | | | | 762 | 1,13 | 864 | | | |

Коэффициенты надёжности по нагрузке γ_f для веса строительных конструкций и грунтов приведены в СП 20.13330 [6, п. 7.2].

Временные нагрузки

Временные нагрузки, действующие на перекрытия и покрытие, определяем согласно функциональному назначению здания по СП 20.13330 [6, п. 8.2.2]. В нашем случае для административно-бытовых помещений промышленных предприятий нормативное значение нагрузки равно 2,0 кПа, для коридоров – 3,0 кПа.

Коэффициенты надежности по нагрузке γ_f для равномерно распределенных нагрузок следует принимать: 1,3 – при полном нормативном значении менее 2,0 кПа; 1,2 – при полном нормативном значении 2,0 кПа и более.

Пониженные нормативные значения равномерно распределенных кратковременных нагрузок, указанных в позициях 1–4, 6, 7, 9*a*, 9*b*, 10, 12–14 [6, табл. 8.3] определяются умножением их нормативных значений на коэффициент 0,35. Для нагрузок, указанных в позициях 8, 9*b* и 11 [6, табл. 8.3], пониженные значения устанавливаются равными их нормативным значениям.

С учётом вышесказанного таблица для нашего варианта со сбором временных нагрузок будет выглядеть следующим образом (табл. 2).

Таблица 2

| Наименование | Толщина, м | Плотность, кг/м ³ | Норма- тивное значение, кг/м ² | Коэф- фициент надеж- ности ү _f | Расчетное значение, кг/м ² | | | | | |
|---|---------------|---------------------------------|--|--|---|--|--|--|--|--|
| Временные нагрузки, кг/м ² | | | | | | | | | | |
| Служебные поме | щения промы | шленных пре, | дприятий (СП | 20.13330) [6, | , табл. 8.3] | | | | | |
| Временная | _ | _ | 200 | 1,2 | 240 | | | | | |
| Вестибюль, коридоры и лестничные клетки, примыкающие к помещениям | | | | | | | | | | |
| (СП 20.13330) [6, п. 4] | | | | | | | | | | |
| Временная | _ | _ | 300 | 1,2 | 360 | | | | | |

Сбор временных нагрузок

Снеговая нагрузка

Снеговую нагрузку вычислим с учётом требований [6, п. 10]. Нормативное значение снеговой нагрузки равно

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g, \qquad (1)$$

где c_e – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов, принимаемый в соответствии с пунктами 10.5–10.9 [6]; c_t – термический коэффициент, принимаемый в соответствии с пунктом 10.10 [6]; μ – коэффициент формы, учитывающий переход от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый в соответствии с пунктом 10.4 [6]; S_g – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли, принимаемое в соответствии с пунктом 10.2 [6].

Нормативное значение веса снегового покрова S_g на 1 м² горизонтальной поверхности земли для отдельных населенных пунктов Российской Федерации принимают в соответствии с [6, прил. К].

Для остальной территории Российской Федерации нормативное значение веса снегового покрова S_g на 1 м² горизонтальной поверхности земли следует принимать в зависимости от снегового района по данным табл. 3.

Таблица 3

| Снеговые районы (принимаются по карте 1 [6, прил. Е]) | Ι | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| S_g , к ${ m H/m}^2$ | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 |

Нормативное значение веса снегового покрова

Для Казани согласно [6, прил. К] $S_g = 2,3$ кПа.

Коэффициенты принимаем $c_e = 1,0; c_t = 1,0; \mu = 1$ согласно [6, прил. Б.1].

Таким образом, используя формулу (1), *S* $_0 = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2,3$ кПа = 2,3 кПа. Заполняем табл. 4.

Таблица 4

| Наименование | Толщина, м | Плотность, кг/м ³ | Норма- тивное значение, кг/м ² | Коэф- фициент надеж- ности ү _f | Расчетное значение, кг/м ² | | | | | |
|-------------------|---------------------------------------|---------------------------------|--|--|---|--|--|--|--|--|
| | Временные нагрузки, кг/м ² | | | | | | | | | |
| Снеговая нагрузка | | | | | | | | | | |
| Снег | | | 230 | 1,4 | 322 | | | | | |

Сбор снеговой нагрузки

Для районов со средней температурой января минус 5 °C и ниже [6, табл. 5.1] пониженное нормативное значение снеговой нагрузки определяется умножением ее нормативного значения на коэффициент 0,5. При этом коэффициенты c_e и c_t принимаются равными единице.

Выполним расчёт снеговых мешков согласно [6, прил. Б.14]. Схема на рис. 46 относится к участкам с надстройками с диагональю основания не более 15 м.

При расчете конструкций покрытий (плит, подстропильных и стропильных систем) необходимо учитывать наиболее неблагоприятное расположение зоны повышенной нагрузки, учитывая произвольное значение угла β.

Для участков кровли, прилегающих к выступающим над покрытием элементам (вентиляционным и лестничным шахтам, зенитным фонарям и другим надстройкам) (рис. 46), коэффициент µ следует принимать постоянным в пределах указанной зоны. Его значение принимают равным:

1,0 при
$$d \le 1,5$$
 м;
 $\frac{2h}{S_0}$ при $d > 1,5$ м,

но не менее 1,0 и не более:

1,5 при 1,5 < *d* ≤ 5 м; 2,0 при 5 < *d* ≤ 10 м; 2,5 при 10 < *d* ≤ 15 м;

 $b_1 = 2h$, но не более 2d.

Наличие зенитных фонарей и надстроек с диагональю не более 5 м, возвышающихся над кровлей не более чем на 0,4 м, допускается не учитывать.

Рис. 46. Зона повышенной снеговой нагрузки

В нашем случае величина диагонали составляет 6,265 м (рис. 47). Следовательно, коэффициент $\mu = 2,0$. Высота возвышающей части равна высоте этажа (2800 мм). Значит $b_1 = 2 \cdot 2,8$ м = 5,6 м, что не более $2 \cdot 6,265$ м = 12,53 м.

Рис. 47. Замер диагонали возвышающей части

Ветровая нагрузка

Нормативное значение средней составляющей основной ветровой нагрузки w_m в зависимости от эквивалентной высоты z_e над поверхностью земли следует определять по формуле

$$w_m = w_0 \cdot k(z_e) \cdot c, \tag{2}$$

где w_0 – нормативное значение ветрового давления; $k(z_e)$ – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты z_e [6]; c – аэродинамический коэффициент [6].

Нормативное значение ветрового давления *w*₀ принимается в зависимости от ветрового района по табл. 5.

Таблица 5

| Ветровые районы (принимаются по карте 2 [6, прил. Е]) | Ia | Ι | Π | III | IV | V | VI | VII |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| w ₀ , кПа | 0,17 | 0,23 | 0,30 | 0,38 | 0,48 | 0,60 | 0,73 | 0,85 |

Нормативное значение ветрового давления

Для г. Казань согласно [6, прил. Е] и табл. 5 ветровая нагрузка равна 0,3 кПа. Все остальные параметры для ветрового воздействия вычисляются в ПК САПФИР и ЛИРА-САПР автоматически.

Создание загружений в ПК САПФИР

Перейдём во вкладку «Загружения» (рис. 48).

Рис. 48. Вкладка «Загружения»

Создадим следующие названия загружения:

- 1) собственный вес (создан автоматически);
- 2) постоянные нагрузки на плиты;

3) перегородки и стены;

4) полезная нагрузка;

5) снег.
Вид загружения выберем соответственно:

1) – 3) – постоянное;

4), 5) – кратковременное доминирующее первое.

В столбце «Подвид» назначим коэффициенты надёжности по нагрузке в соответствии с табл. 1, 2, 4 и [6]:

1) собственный вес (создан автоматически) $\gamma_f = 1,1;$

2) постоянные нагрузки на плиты $\gamma_f = 1,3;$

3) перегородки и стены $\gamma_f = 1,1;$

4) полезная нагрузка $\gamma_f = 1,2;$

5) снег $\gamma_f = 1,4.$

Доля длительности для кратковременных нагрузок принимается согласно [6] соответственно:

1) 1,0;

2) 1,0;

3) 1,0;

- 4) 0,35;
- 5) 0,5.

В нижней части около надписи «Применять коэффициенты надёжности по нагрузке» галочку убираем, так как в ПК САПФИР будем вводить сразу расчётную величину. Заполненное окно редактора загружений представлено на рис. 49.

Далее нажимаем на кнопку «ОК» и переходим к приложению нагрузок. Нагрузка от собственного веса прикладывается автоматически в соответствии с введёнными плотностями материалов.

В нижней части экрана в выпадающем меню выбираем 2-е загружение «Постоянные нагрузки на плиты» (рис. 50).

| агружения С | CT 20.133 | 330.2016 (РФ) (по умолчанию) | | | | | | | | > |
|--------------|-----------|------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|-------|-------|------|------------|--------------------|
| Редактор заг | ружений | РСН РСУ | | | | | | | | |
| Nº n/n:ID | Цвет | Название загружения | Вид загружения | Подвид | Доля длительности | Инжен | Взаим | Объе | Сопутствие | Знак |
| 1:1 | | Собственный вес | Постоянное | пост 1.10 | 1.00 | | | | | + |
| ✓ 2:2 | | Постоянные нагрузки на плиты | Постоянное | пост 1.30 | 1.00 | | | | | + |
| 3:3 | | Перегородки и стены | Постоянное | пост 1.10 | 1.00 | | | | | + |
| ✓ 4:4 | | Полезная нагрузка | Кратк.доминир.1 | врем.кр 1.20 | 0.35 | | | | | + |
| ✓ 5:5 | | Снег | Кратк.доминир.1 | врем.кр 1.40 | 0.50 | | | | | + |
| 6 | | <Создать новое загружение> | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| / | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Правила с | очетаний | ă 🕇 🔸 🗙 🏣 🗆 1 | применять коэффициенты | надёжности по нагрузке | | | | | | |
| | | | | | | | C | к | Отмена | При <u>м</u> енить |

Рис. 49. Редактор загружений



Рис. 50. Выбор загружения

Некоторые нагрузки, если они распределены равномерно по всей площади плиты, удобнее задавать через свойства. Для этого выделим, зажимая клавишу Shift, перекрытия всех этажей кроме плиты покрытия (рис. 51).



Рис. 51. Выделение плит перекрытия

Далее в свойствах в пункте «Постоянная нагрузка на плиту, tc/m^2 » вводим расчётное значение нагрузки в соответствии с табл. 1. В нашем случае записываем 0,259 tc/m^2 и нажимаем на галочку (рис. 52).

| Свойства 4 объектов | д Х | C |
|-------------------------------------|------------------------------|---|
| 🖁 🛛 🖉 🗸 все | ~ | r |
| Нагрузки на плиту | / | |
| Постоянная нагрузка на плиту, тс/м² | 0.259 | |
| Доп.монтажное загружение | Да | |
| Загружение постоянной нагрузки | Постоянные нагрузки на плиты | |
| Суммировать с собственным весом | Нет | |
| | | |

Рис. 52. Приложение нагрузок через свойства

Аналогично прикладываем нагрузку на плиты покрытия. Расчётное значение по табл. 1 составляет 0,227 тс/м² (рис. 53).

Далее выполним приложение нагрузки от наружных стен и перегородок. Для этого переходим в данное загружение (рис. 50).

Поскольку нагрузка от стен и перегородок на всех этажах одинаковая, выполним приложение её только на одном этаже, после чего раскопируем. Для этого скроем в структуре всё здание (рис. 54, a). Покажем только 1-й этаж (рис. 54, δ). И обязательно два раза кликнем по 1-му этажу, чтобы выбрать его в качестве активного.



Рис. 53. Приложение нагрузки на плиты покрытия



Рис. 54. Работа в структуре проекта: *а* – команда «Скрыть»; *б* – команда «Показать»

Следующим шагом переходим к виду в плане и нажимаем на команду «Линейная нагрузка» (рис. 55). Начнём с приложения нагрузки от наружных стен.



Рис. 55. Команда «Линейная нагрузка»

Нагрузку прикладываем с помощью прямоугольника (рис. 56), значение в начале и конце записываем в соответствии с табл. 1. В нашем случае нагрузка от наружных стен равна 1,08 тс/м. Привязку нагрузки выбираем от верха этажа.



Рис. 56. Настройка для нагрузки от наружных стен

Очерчиваем прямоугольник по наружному контуру перекрытия, немного отступая от него (рис. 57).



Рис. 57. Нагрузка от наружных стен

Далее по аналогии выполняем приложение нагрузки от внутренних перегородок. Поскольку по заданию нет точного расположения перегородок, выполним приложение произвольным образом. Построение удобнее выполнять не прямоугольником, а отрезком. Значение нагрузки в соответствии с табл. 1 равно 0,864 тс/м. Вариант приложения нагрузок от стен и перегородок показан на рис. 58.



Рис. 58. Вариант приложения нагрузки от стен и перегородок

Далее выполним копирование приложенной нагрузки на следующие этажи. Для этого в структуре проекта выделим нагрузки, используя правую кнопку мыши (рис. 59, *a*), и скопируем их на все вышележащие этажи поочередно командой «Вставить выделенные элементы» (рис. 59, *б*).



Ри. 59. Копирование нагрузок в структуре проекта: *а* – выделение нагрузок; *б* – вставка выделенных нагрузок

Далее нажимаем на структуре проекта на «Здание» правой кнопкой мыши и выбираем «Показать». Здание с приложенными нагрузками от стен показано на рис. 60.

Переходим к приложению полезной нагрузки, подсчитанной в соответствии с [6, п. 8.2.1]. Согласно [6, п. 8.2.2] полезная нагрузка имеет 2 значения: 0,240 тс/м² и 0,360 тс/м². На рис. 54 покажем только 1-й этаж. И выполним приложение нагрузки на него, после чего скопируем на остальные этажи. Для этого перейдём в загружение «Полезная нагрузка» (рис. 50). Будем использовать команду «Штамп нагрузки» (рис. 61).



Рис. 60. Результат приложения нагрузки от стен и перегородок

| № ↓↓↓ Загружения | | № 1 № 1 Построить № 1 |
|------------------------|--|-------------------------|
| | Нагрузки | Автоматическое создание |
| | Штамп нагрузки Задание нагрузки, распределённой по площади равномерно или неравномерно. Для неравномерной нагрузки с помощью переноса вершин редактируется вектор изменения интенсивности нагрузки. | |

Рис. 61. Команда «Штамп нагрузки»

Выбираем способ построения. Для нагрузки 0,240 тс/м² удобнее использовать прямоугольник, для нагрузки 0,360 тс/м², приложенной в коридорах, – отрезок. В полях «В начале» и «В конце» вводим соответствующие значения. Привязку выбираем от верха этажа (рис. 62).



Рис. 62. Настройка параметров для полезной нагрузки

Далее переходим к очерчиванию и приложению нагрузки со значением 0,240 тс/м² в помещениях и со значением 0,360 тс/м² в коридорах. Выполненное приложение нагрузки показано на рис. 63. Для отображения только текущей нагрузки нажмём на соответствующую кнопку (рис. 64).



Рис. 63. Вариант приложения полезной нагрузки



Рис. 64. Команда «Фильтр по загружениям»

Далее выполним копирование нагрузки на остальные этажи согласно рис. 59. Результат выполнения команды показан на рис. 65.



Рис. 65. Результат приложения полезной нагрузки

Переходим к приложению снегового загружения. Для этого выбираем нагрузку «Снег» (рис. 50). Два раза кликаем на последний этаж. В начале приложим снеговой мешок согласно рис. 46. При этом ширина приложения нагрузки равна величине $b_1 = 5,6$ м. Командой «Размеры» (вкладка «Редактирование») производим замер доступной ширины (рис. 66).



Рис. 66. Расстояние от возвышения на кровле до края плиты покрытия

Таким образом, слева, справа и сверху снеговой мешок будет до края плиты покрытия, а снизу – на величину 5,6 м. Расчётная величина снеговой нагрузки по табл. 4 составляет 0,322 тс/м². Расчётная величина с учётом возвышения крыши и образования снегового мешка составляет 0,644 тс/м². Прикладывать снеговую нагрузку будем по аналогии с полезной с помощью команды «Штамп нагрузки».

Для создания нагрузки с шириной 5,6 м необходимо приложить нагрузку с помощью команды «Штамп нагрузки», далее замерить ширину нагрузки и выполнить растягивание нагрузки по рис. 67.



Рис. 67. Растягивание нагрузки

Результат приложения нагрузки показан на рис. 68.



Рис. 68. Результат приложения снеговой нагрузки

Следующим шагом прикладываем ветровую нагрузку. ПК САПФИР предусматривает полуавтоматическое приложение данной нагрузки. Для этого в меню нажимаем команду «Ветровая нагрузка» (рис. 69).



Рис. 69. Команда «Ветровая нагрузка»

Приложим одно направление ветровой нагрузки вдоль оси X. В строке «Напор / отсос раздельно» указываем – «Да». Далее выбираем ветровой район, тип местности по заданию. Аэродинамический коэффициент умножаем на 1,4. Результаты заполненного окна показаны на рис. 70. Нажимаем «Создать».

| Игол отн. ОХ, ° 0 Ировень планировки, м 0.0 Ширина здания, м Авто Способ приложения 1 - в Напор/отсос раздельно Да Отступ моделей нагрузки, мм 0 Архитектурная модель Нет Асимметричный напор Нет Нормативный документ СП 2 Габличное задание Нет Параметры по СП 20.13330.2016 Ветровой район II | о торцы перекрытий 20.13330.2016 | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|
| Уровень планировки, м 0.0 Ширина здания, м Авто Способ приложения 1 - в Напор/отсос раздельно Да Отступ моделей нагрузки, мм 0 Архитектурная модель Нет Асимметричный напор Нет Нормативный документ СП 2 Габличное задание Нет Параметры по СП 20.13330.2016 Ветровой район II | о торцы перекрытий 20.13330.2016 | | | | | |
| Ширина здания, м Авто Способ приложения 1 - в Напор/отсос раздельно Да Отступ моделей нагрузки, мм О Архитектурная модель Нет Асимметричный напор Нет Нормативный документ СП 2 Габличное задание Нет Параметры по СП 20.13330.2016 Ветровой район II | о торцы перекрытий 20.13330.2016 | | | | | |
| Способ приложения 1 - в Напор/отсос раздельно Да Отступ моделей нагрузки, мм 0 Архитектурная модель Нет Асимметричный напор Нет Нормативный документ СП 2 Габличное задание Нет Вараметры по СП 20.13330.2016 | торцы перекрытий 20.13330.2016 | | | | | |
| Напор/отсос раздельно Да Отступ моделей нагрузки, мм 0 Архитектурная модель Нет Асимметричный напор Нет Нормативный документ СП 2 Габличное задание Нет Вараметры по СП 20.13330.2016 | 20.13330.2016 | | | | | |
| Отступ моделей нагрузки, мм 0 Архитектурная модель Нет Асимметричный напор Нет Нормативный документ СП 2 Габличное задание Нет ⊟ Параметры по СП 20.13330.2016 Ветровой район II | 20.13330.2016 | | | | | |
| Архитектурная модель Нет Асимметричный напор Нет Нормативный документ СП 2 Габличное задание Нет ⊟ Параметры по СП 20.13330.2016 Ветровой район II | 20.13330.2016 | | | | | |
| Асимметричный напор Нет Нормативный документ СП 2 Габличное задание Нет ⊟ Параметры по СП 20.13330.2016 Ветровой район II | 20.13330.2016 | | | | | |
| Нормативный документ СП 2 Габличное задание Нет ⊟ Параметры по СП 20.13330.2016 Ветровой район II | 20.13330.2016 | | | | | |
| Габличное задание Нет ∃ Параметры по СП 20.13330.2016 Ветровой район II | СП 20.13330.2016 | | | | | |
| Параметры по СП 20.13330.2016 Ветровой район И | | | | | | |
| Ветровой район II | | | | | | |
| | | | | | | |
| Ветровое давление 0.03 | | | | | | |
| Тип местности В | | | | | | |
| Аэродинамический напор 1.12 | | | | | | |
| Аэродинамический отсос 0.84 | | | | | | |
| Пульсация Нет | | | | | | |

Рис. 70. Параметры модели ветра

Далее выполним настройку пульсационной составляющей. Для этого переходим в «Загружения» и напротив ветрового загружения нажимаем «Настроить». В открывшемся окне в поле «Пульсация» выбираем – «Да». Учитываем актуальные нормы с учётом изменений [6]. Количество форм колебаний предварительно выставляем 10. Далее вводим значения параметров согласно рис. 71. После чего нажимаем «ОК».

| | Параметры модели ветра | × | (|
|---------------------|-----------------------------------|------------------------|---|
| Зa | гружение (наименование) | Ветер 0 | |
| Уг | ол отн. ОХ, ° | 0 | 1 |
| Ур | овень планировки, м | 0.0 | |
| ш | ирина здания, м | Авто | |
| Сп | юсоб приложения | 1 - в торцы перекрытий | |
| Ha | апор/отсос раздельно | Да | |
| 01 | гступ моделей нагрузки, мм | 0 | |
| Ар | хитектурная модель | Нет | |
| Асимметричный напор | | Нет | |
| Заморозить ветер | | Нет | |
| Ho | ормативный документ | СП 20.13330.2016 | |
| Ta | бличное задание | Нет | |
| Ξ | Параметры по СП 20.13330.2016 | | |
| | Ветровой район | II. | |
| | Ветровое давление | 0.03 | |
| | Тип местности | В | |
| | Аэродинамический напор | 1.12 | |
| | Аэродинамический отсос | 0.84 | |
| - | Параметры учёта пульсации | | |
| | Пульсация | Да | |
| | СП 20.13330.2016 с изменениями №1 | Да | |
| | Тип здания | Здания и сооружения | |
| | Логарифмический декремент кол | 0.30 (ж/б, камень) | |
| | Поправочный коэффициент | 1.0 | |
| | Количество форм колебаний | 10 | |
| | или до предельной частоты | Да | |
| | min сумма модальных масс форм с | 0.0 | |
| | Суммировать формы с одинаково | Нет | |
| | Матрица масс согласованная | Нет | |
| | 🗉 Массы для динамического возде | йствия | |
| | 1.Собственный вес(пост 1.10) | 1.0 | |
| | 2.Постоянные нагрузки на плит | 1.0 | |
| | 3.Перегородки и стены(пост 1 | 1.0 | 1 |
| | 4.Полезная нагрузка(врем.кр 1 | 1.0 | |
| | 5.Снег(врем.кр 1.40) | 1.0 | , |
| | | | - |
| | | | |
| | | ОК Отмена | |

Рис. 71. Параметры модели ветра с учётом пульсации

4. РАСЧЁТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ НАГРУЗОК И УСИЛИЙ

Расчет конструкций и оснований по предельным состояниям первой и второй групп выполняется с учетом неблагоприятных комбинаций нагрузок или соответствующих им усилий [6]. Эти комбинации определяются на основе анализа возможных сценариев одновременного воздействия различных нагрузок для конкретной стадии эксплуатации конструкции или основания.

В соответствии с [6], в зависимости от набора учитываемых нагрузок различают:

– основные сочетания – включающие постоянные, длительные и кратковременные нагрузки:

$$C_{m} = P_{d} + (\psi_{l1} \cdot P_{l1} + \psi_{l2} \cdot P_{l2} + \psi_{l3} \cdot P_{l3} + ...) + + (\psi_{t1} \cdot P_{t1} + \psi_{t2} \cdot P_{t2} + \psi_{t3} \cdot P_{t3} + ...);$$
(3)

– особые сочетания нагрузок, состоящие из постоянных, длительных, кратковременных и одной из особых нагрузок:

$$C_s = C_m + P_s, \tag{4}$$

где C_m – нагрузка для основного сочетания; C_s – нагрузка для особого сочетания; ψ_{li} (i = 1, 2, 3, ...,) – коэффициенты сочетаний для длительных нагрузок; ψ_{ti} (i = 1, 2, 3, ...,) – коэффициенты сочетаний для кратковременных нагрузок.

Для основных и особых сочетаний нагрузок, за исключением случаев, оговоренных в нормах проектирования сооружений в сейсмических районах и в нормах проектирования конструкций и оснований, коэффициент сочетаний длительных нагрузок ψ_l определяется следующим образом:

$$\psi_{l1} = 1, 0;$$

 $\psi_{l2} = \psi_{l3} = ... = 0,95,$
(5)

где ψ_{l1} – коэффициент сочетаний, соответствующий основной по степени влияния длительной нагрузке; ψ_{l2} , ψ_{l3} – коэффициенты сочетаний для остальных длительных нагрузок.

Для основных сочетаний необходимо использовать следующие значения коэффициентов сочетаний кратковременных нагрузок:

47

$$\psi_{t1} = 1,0;$$

 $\psi_{t2} = 0,9;$

 $\psi_{t3} = \psi_{t4} = ... = 0,7,$
(6)

где ψ_{t1} – коэффициент сочетаний, соответствующий основной по степени влияния кратковременной нагрузке; ψ_{t2} – коэффициент сочетаний, соответствующий второй кратковременной нагрузке; ψ_{t3} , ψ_{t4} – коэффициенты сочетаний для остальных кратковременных нагрузок.

При расчете балок, ригелей, плит, стен, колонн и фундаментов, воспринимающих нагрузки от одного перекрытия, нормативные значения нагрузок, указанные в СП 20.13330 [6, п. 8.2.2], допускается снижать в зависимости от грузовой площади A, м², с которой передаются нагрузки на рассчитываемый элемент, умножением на коэффициент φ_1 или φ_2 , равный:

– для позиций 1, 2, 12, *a* [6, табл. 8.3] (при А > А₁ = 9 м²)

$$\varphi_1 = 0, 4 + \frac{0, 6}{\sqrt{A/A_1}}; \tag{7}$$

– для позиций 4, 11, 12, δ [6, табл. 8.3] (при А > А₂ = 36 м²)

$$\varphi_2 = 0,5 + \frac{0,5}{\sqrt{A/A_2}}.$$
(8)

При определении усилий для расчета колонн, стен и фундаментов, воспринимающих нагрузки от двух перекрытий и более, полные нормативные значения нагрузок, указанные в позициях 1, 2, 4, 11, 12, a и 12, δ [6, табл. 8.3], допускается снижать умножением на коэффициенты сочетания φ_3 или φ_4 :

– для позиций 1, 2, 12, *а* [6, табл. 8.3]

$$\varphi_3 = 0, 4 + \frac{\varphi_1 - 0, 4}{\sqrt{n}}; \tag{9}$$

- для позиций 4, 11, 12, *б* [6, табл. 8.3]

$$\varphi_4 = 0,5 + \frac{\varphi_2 - 0,5}{\sqrt{n}},\tag{10}$$

где *n* – общее число перекрытий, нагрузки от которых учитываются при расчете рассматриваемого сечения колонны, стены, фундамента.

Переходим во вкладку «Расчетные сочетания нагрузок» (РСН) в окне «Загружения» (рис. 72).

| гружение | Вид | Подвид | Доля длительнос | Взаимоисключение | Объединение | Сопутствие | Знак | | |
|---|-----------------|--------------|-----------------|------------------|-------------|------------|------|--|--|
| 1.Собственный вес | Постоянное | пост 1.10 | 1.00 | | | | + | | |
| 2.Постоянные нагрузки на плиты | Постоянное | пост 1.30 | 1.00 | | | | + | | |
| 3.Перегородки и стены | Постоянное | пост 1.10 | 1.00 | | | | + | | |
| 4.Полезная нагрузка | Кратк.доминир.1 | врем.кр 1.20 | 0.35 | | | | + | | |
| 5.Снег | Кратк.доминир.1 | врем.кр 1.40 | 0.50 | | | | + | | |
| 6.Ветер 0 | Неактивное | | 0.00 | | | | + | | |
| 7.Ветер 0 (пульсационное) | Мгновенное | Ветер 1.40 | 0.00 | 1 | | | + | | |
| 7:7.Ветер 0 (пульсационное) Мгновенное Ветер 1.40 0.00 1 + | | | | | | | | | |

Рис. 72. Вкладка РСН

После чего нажимаем на кнопку «Сгенерировать». САПФИР автоматически предлагает для ветрового загружения применить коэффициент сочетания 0,7 (рис. 73).

| | Dett | Подвид | Доля длительност | Взаимоисключение | Объединение | Сопутствие | Знак | Основное.1 |
|----------------------------------|-----------------|--------------|------------------|------------------|-------------|------------|------|------------|
| :1.Собственный вес | Постоянное | пост 1.10 | 1.00 | | | | + | 1 |
| 2:2.Постоянные нагрузки на плиты | Постоянное | пост 1.30 | 1.00 | | | | + | 1 |
| 3:3.Перегородки и стены | Постоянное | пост 1.10 | 1.00 | | | | + | 1 |
| :4.Полезная нагрузка | Кратк.доминир.1 | врем.кр 1.20 | 0.35 | | | | + | 1 |
| i:5.Cher | Кратк.доминир.1 | врем.кр 1.40 | 0.50 | | | | + | 1 |
| :6.Ветер 0 | Неактивное | | 0.00 | | | | + | |
| 7:7.Ветер 0 (пульсационное) | Мгновенное | Ветер 1.40 | 0.00 | 1 | | | + | 0.7 |

Рис. 73. Автоматическая генерация коэффициентов сочетания РСН

Рассмотрим влияние временных нагрузок отдельно на вертикальные и горизонтальные несущие элементы здания. На горизонтальные конструкции действует одна временная нагрузка: на плиты перекрытия – полезная, на плиту покрытия – снеговая. На вертикальные несущие конструкции действуют 3 временные нагрузки, поэтому в соответствии

с [6] необходимо учитывать коэффициенты сочетаний согласно формуле (5). Однако непонятно, какая из временных нагрузок будет являться приоритетной. Поэтому зададим 6 РСН с разными коэффициентами для временных нагрузок. Для этого нажимаем на знак «+» около кнопки «Сгенерировать». Результат создания РСН показан на рис. 74. Далее нажимаем на «ОК».

| гружение | Вид | Подвид | Доля длительнос | Взаимоискл | Объеди С | лут Зна | ак | PCH1 | PCH2 | PCH3 | PCH4 | PCH5 | PCH6 |
|--------------------------------|-----------------|--------------|-----------------|------------|----------|---------|----|------|------|------|------|------|------|
| 1.Собственный вес | Постоянное | пост 1.10 | 1.00 | | | | + | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2.Постоянные нагрузки на плиты | Постоянное | пост 1.30 | 1.00 | | | | + | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3:3.Перегородки и стены | Постоянное | пост 1.10 | 1.00 | | | | + | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1:4.Полезная нагрузка | Кратк.доминир.1 | врем.кр 1.20 | 0.35 | | | | + | 1 | 1 | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 0.7 |
| 5:5.CHer | Кратк.доминир.1 | врем.кр 1.40 | 0.50 | | | | + | 0.9 | 0.7 | 1 | 1 | 0.9 | 0.7 |
| :6.Ветер 0 | Неактивное | | 0.00 | | | | + | | | | | | |
| | Мгновенное | Ветер 1.40 | 0.00 | 1 | | | + | 0.7 | 0.9 | 0.7 | 0.9 | 1 | 1 |

Рис. 74. Создание таблицы РСН

Далее переходим во вкладку «Расчетные сочетания усилий» (РСУ) в окне «Загружения» (рис. 75).

| Загружения СП 20.13330.2016 (РФ) (по умолчан | ию) | | | | | | | × |
|--|-----------------|--------------|-------------|------------------|-------------|------------|-------|-----------------------|
| Редактор загружений РСН РСУ | | | | | | | | |
| Загружение | Вид | Подвид | Доля длител | Взаимоисключение | Объединение | Сопутствие | Знак | |
| 1:1.Собственный вес | Постоянное | пост 1.10 | 1.00 | | | | + | |
| 2:2.Постоянные нагрузки на плиты | Постоянное | пост 1.30 | 1.00 | | | | + | |
| 3:3.Перегородки и стены | Постоянное | пост 1.10 | 1.00 | | | | + | |
| 4:4.Полезная нагрузка | Кратк.доминир.1 | врем.кр 1.20 | 0.35 | | | | + | |
| 5:5.CHer | Кратк.доминир.1 | врем.кр 1.40 | 0.50 | | | | + | |
| 6:6.Ветер 0 | Неактивное | | 0.00 | | | | + | |
| 7:7.Ветер 0 (пульсационное) | Мгновенное | Ветер 1.40 | 0.00 | 1 | | | + | |
| | | | | | | | | |
| Правила сочетаний Сгенерировать | + × × | | | | | | | |
| | | | | | | ОК | Отмен | на При <u>м</u> енить |

Рис. 75. Вкладка РСУ

После чего нажимаем на кнопку «Сгенерировать» (рис. 76).

| Загружения СП 20.13330.2016 (РФ) (по умолчан | ию) | | | | | | | | | | | × |
|--|-----------------|--------------|--------------|------------------|-------------|------------|------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| Редактор загружений РСН РСУ | | | | | | | | | | | | |
| Загружение | Вид | Подвид | Доля длитель | Взаимоисключение | Объединение | Сопутствие | Знак | 1 основ. | 2 основ. | Oco6.(C) | Oco6.(6C) | |
| 1:1.Собственный вес | Постоянное | пост 1.10 | 1.00 | | | | + | 1 | 1 | 0.9 | 1 | |
| 2:2.Постоянные нагрузки на плиты | Постоянное | пост 1.30 | 1.00 | | | | + | 1 | 1 | 0.9 | 1 | |
| 3:3.Перегородки и стены | Постоянное | пост 1.10 | 1.00 | | | | + | 1 | 1 | 0.9 | 1 | |
| 4:4.Полезная нагрузка | Кратк.доминир.1 | врем.кр 1.20 | 0.35 | | | | + | 1 | 0.9 | 0.5 | 0.8 | |
| 5:5.CHer | Кратк.доминир.1 | врем.кр 1.40 | 0.50 | | | | + | 1 | 0.9 | 0.5 | 0.8 | |
| 6:6.Ветер 0 | Неактивное | | 0.00 | | | | + | | | | | |
| 7:7.Ветер 0 (пульсационное) | Мгновенное | Ветер 1.40 | 0.00 | 1 | | | + | 1 | 0.9 | 0.5 | 0.8 | |
| Правила сочетаний Сгенерировать | | | | | | | | | | | 8 | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | ОК | Отмена | Применить |

Рис. 76. Автоматическая генерация коэффициентов сочетания РСУ

Стоить отметить, за что отвечает каждый столбец в РСУ Лиры-САПР [7].

Первый столбец (OC-1) отражает комбинацию всех постоянных нагрузок и одной временной, для которой применяется коэффициент сочетания из первого столбца (по умолчанию принимается равным 1).

Второй столбец (OC-2) включает все постоянные нагрузки и несколько временных, каждая из которых учитывается с коэффициентом сочетания из второго столбца. Согласно СП 20.13330, эти коэффициенты по умолчанию равны 0,9, но их конкретные значения должен определить пользователь.

Третий столбец (С) предназначен для комбинаций с сейсмическими воздействиями. В этом случае коэффициенты для статических нагрузок принимаются по умолчанию: постоянные – 0,9; длительные – 0,8; кратковременные и прочие – 0,5.

Четвертый столбец (б/С) используется для особых сочетаний без сейсмической нагрузки. Здесь коэффициенты статических нагрузок фиксированные: постоянные – 1,0; длительные, кратковременные и прочие – 0,8.

Для реализации СП 20.13330 [6, пп. 6.3–6.4] есть несколько вариантов.

Вариант 1 – задать группы РСУ, тогда элементы в группе будут обращаться к определённым столбцам коэффициентов сочетаний, точнее – к четверкам столбцов: к столбцам 1–4 все элементы обращаются по умолчанию, а к столбцам 5–8, 9–12, 13–15 можно отправлять заранее настроенные списки элементов – группы РСУ. Как формировать группы, подробно описано в справке программы.

Вариант 2 – задать коэффициенты сочетаний в дополнительных столбцах без формирования групп РСУ. Поскольку заранее сложно сказать, для каких конструктивных элементов какая нагрузка будет главной, а какая – второстепенной, то второй вариант удобнее [7].

Например, для плит перекрытий в жилых зонах ключевую роль играет эксплуатационная нагрузка (например, вес мебели, людей); в кровельных конструкциях основной расчетной нагрузкой выступает снеговая; колонны нижних этажей зданий в первую очередь рассчитываются на воздействие полезных нагрузок от типовых перекрытий, для колонн верхних этажей (например, предпоследнего уровня) выбор приоритетной нагрузки требует дополнительного анализа, так как их нагружение может быть неочевидным. Отдельно стоит учитывать ветровые воздействия – они относятся к кратковременным, но их влияние на отдельные конструктивные элементы (например, угловые колонны или формы) требует проверки на доминирование в конкретных сценариях.

51

Для нашего случая создадим дополнительные столбцы 5-8, 9-12 (рис. 77), чтобы задать коэффициенты, принятые в РСН. Далее нажимаем «ОК».

| 1 основ. | 2 основ. | Oco6.(C) | Oco6.(6C) | РСУ5 | РСУ6 | РСУ7 | РСУ8 | РСУ9 | РСУ10 | PCY11 | PCY12 |
|----------|----------|----------|-----------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 1 | 1 | 0.9 | 1 | 1 | 1 | 0.9 | 1 | 1 | 1 | 0.9 | 1 |
| 1 | 1 | 0.9 | 1 | 1 | 1 | 0.9 | 1 | 1 | 1 | 0.9 | 1 |
| 1 | 1 | 0.9 | 1 | 1 | 1 | 0.9 | 1 | 1 | 1 | 0.9 | 1 |
| 1 | 1 | 0.5 | 0.8 | 1 | 0.9 | 0.5 | 0.8 | 1 | 0.9 | 0.5 | 0.8 |
| 1 | 0.9 | 0.5 | 0.8 | 1 | 1 | 0.5 | 0.8 | 1 | 0.7 | 0.5 | 0.8 |
| | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0.7 | 0.5 | 0.8 | 1 | 0.7 | 0.5 | 0.8 | 1 | 1 | 0.5 | 0.8 |

Рис. 77. Создание таблицы РСУ

Согласно рис. 77, столбцы «2 основное», РСУ6, РСУ10 и будут являться сочетаниями с несколькими кратковременными нагрузками, при этом каждая нагрузка будет и приоритетной (с коэффициентом 1), и наименее значимой (с коэффициентом 0,7). Таким образом, программа автоматически выберет наихудший вариант, по которому будет подобрана арматура.

5. КОРРЕКТИРОВКА МАТЕРИАЛОВ

В процессе создания геометрии в САПФИР мы использовали следующие несущие элементы:

– колонны;

– стены (лестничной клетки);

– плиты (горизонтальные и наклонные в виде маршей).

Выполним настройку материалов для каждого элемента. Для этого перейдём во вкладку «Вид» → «Настройки» → «Материалы» (рис. 78, 79).



Рис. 78. Команда «Материалы»



Рис. 79. Исходное окно вкладки «Материалы»

Удаляем лишние материалы («Бетон по умолчанию», «Бетон В30», «Стальные конструкции»). Для этого нажимаем правой кнопкой мыши на соответствующий материал и выбираем «Удалить материал». Таким образом, останутся только 3 вида материалов, которые и будем настраивать.

Выбираем «Железобетон колонн». Корректируем модуль Юнга в соответствии с СП 430.1325800 [8]. На первой стадии расчета для оценки усилий согласно [8, п. 6.2.7] рекомендуется принимать значения понижающих коэффициентов равными: 0,6 – для вертикальных сжатых несущих элементов; 0,3 – для несущих горизонтальных элементов. Согласно [8, п. 6.2.9] в первом приближении значения условных понижающих коэффициентов при определении горизонтальных перемещений верха конструктивной системы допускается принимать равными: 0,6 – для вертикальных несущих элементов; 0,2 – для горизонтальных несущих элементов при наличии трещин; 0,3 – для горизонтальных несущих элементов при отсутствии трещин. Согласно СП 63.13330 [9] начальный модуль упругости бетона E_b равен для класса бетона B25 30000 МПа. Для колонн принимаем коэффициент 0,6. Значение модуля Юнга корректируем (рис. 80): 0,6 · $E_b = 0,6 \cdot 30000$ МПа = $1,835 \cdot 10^6$ т/м².

| Название материала | Железобетон колонн |
|--|--------------------------------------|
| GUID материала | bf0bce6b-c444-4d27-9b90-d0a38b6870b7 |
| Идентификатор | 23 |
| Шифр | |
| Цвета поверхностей | |
| Лицевой | Бетон |
| Тыльной | нет цвета |
| Бок, торец | Серый 7 |
| Штриховка сечения | Бетон |
| Штриховка поверхности | нет цвета |
| Служебный | ccccbfff |
| Приоритет | 10 |
| Модуль Юнга, т/м² | 1.835e6 |
| Коэф. Пуассона | 0.2 |
| Объёмный вес, кг/м ³ | 2750.0 |
| Температурный коэффицие | 0.000015 |
| Интерпретация | Несущий конструктив |
| Категория материала | железобетон |
| Цена | 199.0 |
| 😑 Расчетные характеристики | |
| СП 63.13330.2012/2018 | |
| Общие характеристики | (1)Колонна Колонна рядовая 🛛 👻 |
| Бетон | (1)Верт В25 |
| Арматура | (1)Верт А400.А400.А240 |

Рис. 80. Корректировка модуля Юнга и плотности для колонн

Далее корректируем плотность. Так как в программном комплексе мы прикладываем расчётные значения, умножим плотность нормативную 2500 кг/м³ на коэффициент надёжности по нагрузке для железобетона 1,1 в соответствии с СП 20.13330 [6]. Таким образом вводим значение: $1,1 \cdot 2500$ кг/ м³ = 2750 кг/ м³ (рис. 80).

Переходим к корректировке расчётных характеристик. Обязательно проверяем, чтобы были актуальные нормы, в нашем случае СП 63.13330.2018 [9]. Далее в строке «Общие характеристики» в выпадающем списке нажимаем на «Ещё…» (рис. 81). Появляется окно материалов для расчёта железобетонных конструкций (рис. 82).



| ИП | СТЕРЖЕН | ь | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Pe | дактируе | ные та | аблицы | Название | Колонна |
|-----|----------|----------|--------|---------|----------|------------|----------|---------|---------|--------|-------|--------|--------|------|------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|----------|--------|--------|---------------------------------|---|
| | Название | Вид рас | Симм | Низ (| Верх | Бок (II г | ip Про. | Henp | Шаг/ | Дли | Pac | Ly | Lz | Учи | Выд | Бок | Мак | Пре | Осн | NM | п.з | Сис | Мно | . Огн. | Вид расчета | Колонна рядовая |
| | Колонна | Колонн | С | 4.00 | 4.00 | 4.00 + | 0.30 | 0.40 | Д 16 мм | 0.00 | КРД | 1.00 | 1.00 | - | + | - | 5.00 | 20.00 | 1.00 | - | - | СНО | - | | Армирование | Синиетричное |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Система | Статически неопреде |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Учитывать к | онструктивные требован |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Выделять уг | ловые арматурные стеря |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | > | Учитывать м | ногоконтурность |
| | ПЛАСТИН | A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Учитывать с | овнестное действие усил |
| | Название | Вид рас | Теори. | . Низ Х | . Bepx . | . Низ Ү | Bepx | 1 кв | I npe | Прод | Henp | Шаг | Учи | Выс | Расч | Мин | Мак | Пре | 0сн., | . Сист | Огн. | Пре. | F | ран | Учитывать о | пнестойкость оправки к.п. 3, 52 Пособия |
| | Стена | Оболочка | Вуд | 3.50 | 3.50 | 2.00 | 2.00 | + | + | 0.30 | 0.40 | Ш 2 | + | 3.00 | 3.00 | 0.050 | 2.000 | 20.00 | 1.00 | СНО | | | - | • | 52-101-2003 | |
| | Плита | Оболочка | Карп | 3,50 | 3.50 | 3.00 | 3.00 | + | + | 0.30 | 0.40 | ш 2 | | | | 0.050 | 3.000 | 20.00 | 1.00 | СНО | | | | | для особого/ | е характеристики матери аварийного сочетания |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Использоват | ь модифицированный алг |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Трехосная ра | бота бетона на скатие |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | > | учитывать п | ластичность иность расчета, % |
| ETC | н | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Предварит. | 20 Основного |
| Τ | Название | Класс | Rbn, | Rbtn, | Eb, M. | Вид бе | . Марка. | . Запол | Диагр | . G_b | G_b | G_b | Относ | Mbt | Mtr | SEY | SEZ | G_a | Fi_b | Eps_b. | | | | | % MAX Kos | ф. запаса несущей спосо |
| | Верт | B25 | 18.5 | 1.5 | 30000 | тяжелы | a 2000 | Силик | 2-х ли | . 1.00 | 0.85 | 1.00 | 80.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.003 | 5 | | | | 5 M | UN 0.9 MAX 1. |
| | Гориз | B20 | 15.0 | 1.4 | 27500 | тяжелы | ā 2000 | Силик | 2-х ли | . 1.00 | 1.00 | 1.00 | 80.00 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | 0.003 | 5 | | | | Расстоя | ние к ц.т. арматуры, см |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | a1 4 | a 2 4 a 3 1 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Расчет по пр | едельным состояниям II і |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Трещины продо | лжительные, мм |
| PM | АТУРА | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Трещины непро | должительные, мм |
| | Название | RX Пр | Rs, M | Rsw, | RY Np | Rs, M | Rsw, | RT По R | s, M R | sw, | Mstr, | Msctr, | Mtr, K | G_a | Fi_s | Eps_s | D m | N, | Же | Стал | Ry, M | Ru, I | 4 | Ком | ОШаг арматур | ных стержней, ми |
| | Верт | A400 | 350.0 | 280.0 | A400 | 350.0 | 280.0 | A240 2 | 10.0 | 170.0 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.0250 | 32 | 1 | - | - | - | - | | - | Диаметр арм | атурных стержней |
| | гориз | A400 | 350.0 | 280.0 | A400 | 350.0 | 280.0 | A240 2 | 10.0 | 170.0 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.0250 | 20 | | | | | | | - | Длина эл | емента, Расчетные длин |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ОРасчетная | IDVHA LY 1 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Коэффицие | HT LZ 1 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | > | При Ly=Lz=0 иг | HODUDVETCS N<0. |

Рис. 81. Корректировка общих характеристик колонны

Рис. 82. Материалы для расчёта железобетонных конструкций

Нажимаем на строку с названием «Колонна». Все корректировки будем проводить в правой части окна. Вид расчёта – «Колонна первого этажа». Армирование – «Симметричное». Система – «Статически неопределимая». Далее ставим галочку на «Учитывать конструктивные требования», «Выделять угловые арматурные стержни», «Учитывать совместное действие

усилий». Максимальный процент оставляем по умолчанию 5 %. Расстояние к центру тяжести стержней выставляем по 5 см. Расчёт по предельным состояниям II группы оставляем без изменений согласно [9, п. 8.2.6]. Длину элемента прописываем в соответствии с заданием. При высоте этажа 2800 мм, длина колонны будет равна: 2800 – 200 = 2600 мм, где 200 мм – толщина перекрытия. Коэффициент расчётной длины принимаем равным 0,8 по [9, п. 8.1.17]. Заполненное окно для колонн показано на рис. 83.

| Название | Колонна | | | | | | | |
|---|---|--|--|--|--|--|--|--|
| - | | | | | | | | |
| Вид расчета | Колонна рядовая 🛛 🗸 | | | | | | | |
| Армирование | Симметричное 🗸 | | | | | | | |
| Система | Статически неопределима $ \smallsetminus $ | | | | | | | |
| Учитывать конструктивные требования Выделять угловые арматурные стержни Располагать боковую арматуру в полке Учитывать многоконтурность Учитывать совместное действие усилий Учитывать огнестойкость Учитывать поправки к п. 3. 52 Пособия к СП 52-101-2003 Нормативные характеристики материалов для особого/аварийного сочетания Использовать модифицированный алгоритм Трехосная работа бетона на скатие Учитывать пластичность | | | | | | | | |
| Точ | Точность расчета, % | | | | | | | |
| Предварит. | 20 Основного 1 | | | | | | | |
| % MAX Koso 5 MI | b. запаса несущей способности N 0.9 MAX 1.5 | | | | | | | |
| a1 5 | a2 5 a3 5 | | | | | | | |
| Расчет по пре | дельным состояниям II группы | | | | | | | |
| Трещины продол | тжительные, мм 0.3 | | | | | | | |
| Трещины непрод | олжительные, мм 0.4 | | | | | | | |
| Шаг арматурн Диаметр арма | ОШаг арматурных стержней, мм | | | | | | | |
| Длина эле | емента, Расчетные длины | | | | | | | |
| Длина элемента | а 2.6 м | | | | | | | |
| О Расчетная дл | лина LY 0.8 | | | | | | | |
| • Коэффициен | T LZ 0.8 | | | | | | | |
| При Ly=Lz=0 игн | орируется N<0. | | | | | | | |

Рис. 83. Общие характеристики для расчёта колонны

Далее нажимаем на галочку в нижнем левом углу окна (рис. 82). Переходим к корректировке бетона. По аналогии с рис. 82 в выпадающем списке нажимаем на «Ещё...». Появляется тоже окно материалов для расчёта железобетонных конструкций (рис. 82), но уже с доступом корректировки бетона. Нажимаем на первую строку с названием «Верт». По умолчанию все данные введены верно, класс бетона соответствует заданию (рис. 84). Нажимаем на вторую строку с названием «Гориз». Изменяем класс бетона на В25. Остальные параметры сохраняем.

| СП 63.1 | 3330.2012/2018 | | сп | 63.13330.2012/2018 |
|--|---|--------|-----------------------------------|--|
| 1 | 1азвание | _ | | пазвание |
| Верт | | | Гориз | |
| Класс бетона | B25 ~ | + - | Класс бетона | B25 ~ + - |
| Вид <mark>бетона</mark> | тяжелый | \sim | Вид бетона | тяжелый 🗸 |
| Заполнитель | Силикатный заполнит | ел 🗸 | Заполнитель | Силикатный заполнител 🗸 |
| Марка легкого бетон средней плотности | на по 2000 | \sim | Марка легкого б средней плотно | бетона по 2000 — ~ |
| Относительная влаж | кность воздуха, % | 80 | Относительная | влажность воздуха, % 80 |
| Диаграмма на | пряжение-деформация | 1 | Диаграмм | а напряжение-деформация |
| 2-х линейная диагра | амма состояния сжатог | ot 🗸 | 2-х линейная ди | иаграмма состояния сжатого (🗸 |
| Использовать рен Коэффициен | комендации пункта 6.1 нты условий работы | 1.23 | Использовати Коэффи | ь рекомендации пункта 6.1.23 ициенты условий работы |
| γ _{b2} 1 γ _{b3} | 0.85 γ _{b5} 1 | | γ _{b2} 1 | γ_{b3} 1 γ_{b5} 1 |
| Учет сейсмич | еского воздействия | | Учет сей | имического воздействия |
| m _{btr} 1 | m _{tr} 1 | | m _{btr} 1 | m _{tr} 1 |
| Расчет с особыми | /аварийными сочетани | ями | Расчет с особ | ыми/аварийными сочетаниями |
| $\gamma_{ad} \ \ \textbf{1} \qquad \phi_{b}$ | 1 E _{b2} 0.00 |)35 | $\gamma_{\rm ad}$ 1 | $\phi_{\!_{b}} \ _ 1 \qquad \epsilon_{\!_{b2}} \ _ 0.0035$ |
| Случайные эксце | ентриситеты (стержен | њ) | Случайные з | жсцентриситеты (стержень) |
| По высоте сечения | ЕҮ 0 см | | По высоте сече | ения ЕУ 0 см |
| По ширине сечения | EZ 0 CM | | По ширине сече | ения EZ 0 см |
| | | | | |
| | B25 (M∏a) | ^ | | B25 (МПа) |
| Eb | 30000.00 | | Eb | 30000.00 |
| Rbn | 18.50 | | Rbn | 18.50 |
| Rbtn 1.55 | | | Rbtn | 1.55 |
| Rb 14.50 | | | Rb | 14.50 |
| Rbt | 1.05 | | Rbt | 1.05 |
| Eps_b0 (*1000) | 3.00 | | Eps_b0 (*1000) | 3.00 |
| Eps_b2 (*1000) | 4.20 | | Eps_b2 (*1000) | 4.20 |
| Eps_b1red (*1000) | 2.40 | | Eps_b1red (*10 | 00) 2.40 |
| Eps ht0 (*1000) | 0.21 | × | Ene ht0 (*1000) |) 0.21 ♥ |
| | a | | | б |

Рис. 84. Характеристики бетона: *а* – для вертикальных элементов; *б* – для горизонтальных элементов

Далее нажимаем на первую строчку с названием «Верт» и галочку в нижнем левом углу окна (рис. 82).

Переходим к корректировке арматуры. По аналогии с рис. 82, в выпадающем списке нажимаем на «Ещё...». Появляется окно материалов для расчёта железобетонных конструкций (рис. 82), но уже с доступом корректировки арматуры. Нажимаем на первую строку с названием «Верт». Класс арматуры выставляем согласно заданию А500. Во второй строке с названием «Гориз» заменяем класс арматуры по аналогии (рис. 85).

| СП 63.1 Н | 3330.201 Название | 2/2018 | | CI 63.1 | 13330.20 Название | 12/2018 e | | |
|---|--|------------------------------|--|--|--|---|--|--|
| Верт | | | 1 | Ториз | | | | |
| Арма | атура I т | ипа | | Арм | атура I т | типа | | |
| ПРОДОЛЬНАЯ ВДОЛ | ЬΧ | A500 d=1040 \smallsetminus | Продольная вдоль Х А500 d=10 | | | | | |
| Продольная вдоль У | (| A500 d=1040 \smallsetminus | Продольная вдоль Y А500 d=10. | | | | | |
| Поперечная арматура А500 d=1040 + | | | ПОПЕРЕЧНАЯ АРМАТУРА А500 d=10 | | | | | |
| Продольная Х | A500 d= | =10…40 (M⊓a) | Пог | теречная | A500 d | =1040 (M∏a) | | |
| Es | 200000. | .00 | Es | | 200000 | 00.00 | | |
| Rsn | 500.00 | | Rsn | n | 500.00 | | | |
| Rs | 435.00 | | Rs | | 435.00 | | | |
| Rsw | 300.00 | | Rsv | v | 300.00 | | | |
| Rsc | 435.00 | | Rsc | | 435.00 | | | |
| Учет сейсмич Max 32 Учет сейсмич Matrix 1 Расчет с особыми, Yad 1 Франа Выбрать | анеского ctr 1 /аварийн 1 атура II | | ο max Pa γ _{ad} Βω6 | 28 Vчет сейсми 1 М счет с особыми 1 Ф _з Арм рать | 1 ческого sctr 1 и/аварийн з 1 атура II | ✓ Ø воздействия типа мыми сочетаниями выми сочетаниями вс _{s2} 0.025 типа ✓ ▲ | | |
| | | | | | | | | |

Рис. 85. Характеристики арматуры: *а* – для вертикальных элементов; *б* – для горизонтальных элементов

Далее нажимаем на первую строчку с названием «Верт» и на галочку в нижнем левом углу окна (рис. 82).

Переходим к корректировке стен. Выбираем «Железобетон стен». Корректируем модуль Юнга в соответствии с СП 430.1325800 [8]. Для стен принимаем коэффициент 0,6. Значение модуля Юнга корректируем (рис. 80): 0,6 · $E_b = 0,6$ · 30000 МПа = 1,835 · 10^6 т/м².

Далее корректируем плотность аналогично колоннам. Необходимое значение равно: 1,1 · 2500 кг/ м³ = 2750 кг/ м³.

Бетон и арматуры мы уже настроили выше для всех элементов, далее будем только проверять эти параметры. Для стен бетон и арматура указаны верно («Верт В25», «Верт А500.А500.А500»).

Переходим к корректировке расчётных характеристик. В строке «Общие характеристики» в выпадающем списке нажимаем на «Ещё...» (рис. 81). Появляется окно материалов для расчёта железобетонных конструкций (рис. 82).

Нажимаем на строку с названием «Стена». Вид расчёта – «Оболочка...». Теорию расчёта оставляем без изменения. Система «Статически неопределимая». Далее ставим галочку на «Подбирать поперечную арматуру на 1 кв. м». Расстояние к центру тяжести стержней выставляем по 5 см для A1Y и A2Y, и 5 – 1,2 = 3,8 см – для A1X и A2X, где 1,2 см – диаметр арматуры стен. Расчёт по предельным состояниям II группы оставляем без изменений согласно [9, п. 8.2.6]. Длину элемента прописываем в соответствии с заданием. При высоте этажа 2800 мм длина стен будет равна: 2800 – 200 = 2600 мм, где 200 мм – толщина перекрытия. Коэффициент расчётной длины принимаем равным 0,8 по [9, п. 8.1.17]. Заполненное окно для стен показано на рис. 86.

Далее нажимаем на галочку в нижнем левом углу окна (рис. 82).

Переходим к корректировке плит. Выбираем «Железобетон плит».

Корректируем модуль Юнга в соответствии с СП 430.1325800 [8]. Для плит принимаем коэффициент 0,2. Значение модуля Юнга корректируем (рис. 80): $0,2 \cdot E_b = 0,2 \cdot 30000 \text{ МПа} = 611830 \text{ т/m}^2$.

Далее корректируем плотность аналогично колоннам и стенам. Необходимое значение равно: $1,1 \cdot 2500$ кг/ м³ = 2750 кг/ м³.

Для плит бетон и арматура указаны верно («Гориз В25», «Гориз А500.А500.А500»).

Переходим к корректировке расчётных характеристик. В строке «Общие характеристики» в выпадающем списке нажимаем на «Ещё...» (рис. 81). Появляется окно материалов для расчёта железобетонных конструкций (рис. 82).

Нажимаем на строку с названием «Плита». Вид расчёта – «Оболочка...». Теорию расчёта оставляем без изменения. Система «Статически неопределимая». Далее ставим галочку на «Подбирать поперечную арматуру на 1 кв. м». Расстояние к центру тяжести стержней выставляем по 4,3 см: 2,5 + 1,2 + 0,6 = 4,3 см, где 2,5 см – защитный слой, 1,2 см – диаметр основной арматуры, 0,6 см – радиус основной арматуры.

Расчёт по предельным состояниям II группы оставляем без изменений согласно [9, п. 8.2.6]. Заполненное окно для плит показано на рис. 86.

Далее нажимаем на галочку в нижнем левом углу окна (рис. 82). В окне «Материалы» нажимаем «ОК».

На этом задание материалов завершено. Выполним проверку соответствия материалов всем элементам схемы. Для этого переходим в команду «Фильтр» (рис. 87), расположенную в нижней части рабочего пространства САПФИР.

| Название | Стена | | Название | Плита | | | | | | |
|------------------------------|----------------------------------|-----------------------|---|------------------|-----------------|--|--|--|--|--|
| Вид расчета | Оболочка. Из | гиб, Сжатие- 🗸 | Вид расчета | Оболочка. Из | гиб, Сжатие- 🗸 | | | | | |
| Теория расчета ар | рматуры | Вуд 🗸 | Теория расчета а | рматуры | Карпенко 🗸 | | | | | |
| Система | Статически н | еопределима 🗸 | Система Статически неопределим | | | | | | | |
| | Расчет | | Расчет | | | | | | | |
| 🗹 Подбирать по | перечную арма | гуру на 1кв.м. | Подбирать поперечную арматуру на 1 | | | | | | | |
| Пармативные для особого/а | характеристикі варийного соче | и материалов тания | Пормативные характеристики материалов для особого/аварийного сочетания | | | | | | | |
| Учитывать ог | нестойкость | 1 | Учитывать ог | нестойкость | 1 | | | | | |
| Учитывать пл | астичность | | Учитывать пл | астичность | | | | | | |
| Точность расч | ета, % % | армирования | Точность расч | нета, % % | армирования | | | | | |
| Предварит. | 20 MI | N 0.05 | Предварит. | 20 MI | N 0.05 | | | | | |
| Основного | 1 MA | X 2 | Основного | 1 MA | X 3 | | | | | |
| — Диапазон коэф | . запаса несуще | й способности | Диапазон коэф | . запаса несуще | й способности | | | | | |
| MIN C |).9 MAX | 1.5 | MIN | 0.9 MAX | 1.5 | | | | | |
| Рассто | яние к ц.т. арма | атуры | Рассто | яние к ц.т. арма | атуры | | | | | |
| a1 A1X 3 | 3.5 CM A1Y | 2 CM | a1 A1X | 3.5 CM A1Y | 3 см | | | | | |
| a2 A2X 3 | 3.5 см А2Ү | 2 см | a2 A2X | 3.5 см А2Ү | 3 см | | | | | |
| Арматура для | расчета на про | давливание | Арматура для | я расчета на про | давливание | | | | | |
| Ax 0 Ay | 0 % | 0 см2 | Ax 0 Ay | 0 % | 0 см2 | | | | | |
| Расчет по пре | дельным состоя | аниям II группы | Расчет по пре | едельным состоя | аниям II группы | | | | | |
| Трещины продол | жительные, мм | 0.3 | Трещины продол | жительные, мм | 0.3 | | | | | |
| Трещины непрод | олжительные, і | 1M 0.4 | Трещины непрод | олжительные, и | MM 0.4 | | | | | |
| 🖲 Шаг арматурн | ых стержней, м | м | 🖲 Шаг арматурн | ных стержней, м | Μ | | | | | |
| О Диаметр арма | турных стержн | 200 ∨ | О Диаметр арма | турных стержн | ей 200 ∨ | | | | | |
| 🗸 Учитывать ра | асчетную высот | у стены | 🗌 Учитывать р | асчетную высот | у стены | | | | | |
| Высота стены | О Расчетная в | ысота | Высота стены | О Расчетная в | ысота | | | | | |
| 2.6 M | Коэффициен | т 0.8 | 0 M | Коэффициен | т 1 | | | | | |
| Армирование | Симметричн | oe 🗸 | Армирование | Симметричн | ioe 🗸 🗸 | | | | | |
| | а | | | б | | | | | | |

Рис. 86. Общие характеристики для расчёта: *a* – стен; *б* – плит

| | Фильтр (Ctrl+F) Фильтр элементов |
|-----------------------|-------------------------------------|
| 듔 4.Полезная нагрузка | |
| | |

Рис. 87. Команда «Фильтр»

В открытом окне (рис. 88) ставим галочку напротив «Колонна» и внизу нажимаем на кнопку «Выделить».

| 🔳 Фильтровать элементы | | | | | × | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|----------------|--------------|--|--|--|--|
| | | общие свойства | 🗹 свойства скрытых объектов | раскрыть блоки | 🗌 из образца | | | | |
| Ветер | Идентификатор | | | | ^ | | | | |
| Дверь | Тип объекта | | | | | | | | |
| Здание | Наименование | | | | | | | | |
| Колонна | Слой | | | | | | | | |
| Лестница П-образная | Имя в ЖБК спецификации | | | | | | | | |
| Нагрузка распределённая по площад | Маркировка | | | | | | | | |
| Несущая стена | Этаж | | | | | | | | |
| Обозначение Линейный размер | Цвет поверхности | | | | | | | | |
| Оси координационные | Материал | | | | | | | | |
| Плита | Интерпретация | | | | | | | | |
| | Стадия монтажа | | | | | | | | |
| Пэтаж | Стадия демонтажа | | | | | | | | |
| | Расчетные характеристики > Локальные | | | | | | | | |
| | СП 63.13330.2012/2018 > Расчетные хар | актеристики | | | | | | | |
| Сохраненные фильтры: | СП 63.13330.2012/2018 > Расчетные хар | актеристики | | | | | | | |
| <По умолчанию> | СП 63.13330.2012/2018 > Расчетные хар | актеристики | | | | | | | |
| | Загружение для СВ | | | | | | | | |
| | Класс огнестойкости | | | | | | | | |
| | Цвета > Цвет граней | | | | | | | | |
| | Цвета > Цвет линий | | | | | | | | |
| | Вес линии | | | | | | | | |
| | Контур сечения | | | | | | | | |
| | Пливозка сечение > Пливозка базовой т | | ~ | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| T+ TB Tx | Скрыть Показать | выделять скрытые список выделенных | Выделить Отменить выд | Мозаика | Выход | | | | |

Рис. 88. Окно команды «Фильтр»

После чего в свойствах проверяем расчётные характеристики (рис. 89).

| Свойства 90 объектов | | π× | 🕅 Проект 1.spf:Общий вид 🗙 🔇 Стартовая страница |
|---|----------------------------|----|---|
| Bill Q BCe | | ~ | |
| Тип объекта | Колонна | ^ | |
| Наименование | Колонна | | |
| Слой | Колонна | | |
| Имя в ЖБК спецификации | Колонна | | |
| Маркировка | | | |
| Этаж | | | |
| Цвет поверхности | нет цвета | | |
| Материал | Железобетон колонн | | |
| Интерпретация | Несущий конструктив | | |
| Стадия монтажа | 0 | | |
| Стадия демонтажа | 0 | | |
| Расчетные характеристики | | | |
| Локальные | Нет | _ | |
| ⊡ СП 63.13330.2012/2018 | | | |
| Общие характеристики | (1)Колонна Колонна рядовая | | |
| Бетон | (1)Верт В25 | | |
| Арматура | (1)Bept A500.A500.A500 | | |
| Загружение для СВ | ue oppeseseuo | | |
| Класс огнестойкости | R45 | _ | |
| 🖂 Цвета | | | |
| Цвет граней | c0dcc000 | _ | |
| Цвет линий | 413136 | | |
| Вес линии | Тонкая 04 | | |
| Контур сечения | 250х500 Прямоугольный(S0) | | |
| 🗇 Привязка сечения | | | |
| Привязка базовой точки | Центр масс | _ | |
| X, MM | 0 | | |
| Y, MM | 0 | | |
| Позиция колонны, мм | | | |
| х | | _ | |
| Y | | | |
| DOPODOT CELIENIAS | 0 | ~ | |
| Тип объекта Тип объекта | | | N.S. |

Рис. 89. Проверка заданных расчётных характеристик колонн

По аналогии проверяем стены и плиты.

6. РАСЧЁТ НЕСУЩЕГО КАРКАСА В ПК ЛИРА-САПР

Для создания расчётной модели и последующего расчёта в САПФИР перейдём на вкладку «Аналитика» → «Расчётная модель» (рис. 90).

| | D 🖻 | • | - (* | - 🏠 | 14 | Ŧ | | | | | | | | с | | |
|-------------------------------------|--------|------|------|-------------------------------|----|----------|----------------------------|----------|------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------|------|--------------------|
| \mathbf{V} | Созда | ание | Анал | итика | A | ннота | ции Вид | Реда | ктир | оование | | | | | | |
| N₽ | Ъ | - | | 1 | | 1 | | ۲ | Ŧ | | | A | */* | • | * | |
| 1 - | ·////- | Σļ | L | C ₁ C ₂ | ٨ | . | Редактируемая аналитика | <u>I</u> |) | Расчетная модель | Обновит | • | 5/ | | * | Дотянуть Пересечь |
| Аналитическая модель: корректировка | | | | | | | | | | | Расчет | ная мо | дель: со | здани | e | Расчетная м |
| | | | | | | | | | | Кно | еключение пка перекл | е в реж ючени | сим расч ія | четной | і мо | дели |
| | | | | | | | | | | режимов. Переход из режима | | | | | | |
| Свойств | a | | | | | | | | д > | < pac | четной мод проект 1.sp | ели и п:Общ | обратно ии вид | × | 8 | стартовая страница |
| += | ø | V Q | | | | | | | | | | | | | | |
| Иденти | фикато | р | | | 2 | | | | | ^ | | | | | | |

Рис. 90. Команда «Расчётная модель»

В открытом окне (рис. 91) ставим галочку «Также выполнить», «Дотягивание», «Пересечение», «Триангуляция», «Передать в ЛИРА-САПР» и нажимаем на троеточие напротив слова «триангуляция».

| × | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--------------|
| гройки новой расчетной модели | | | | | | | |
| Модель для распределения нагрузок на балки | | | | | | | |
| Точность совпадения ММ | | | | | | | |
| Точность объединения мм | | | | | | | |
| Шаг триангуляции мм | | | | | | | |
| Триангуляция пластин | | | | | | | |
| Распределить нагрузки на стержни через посредники Удалить прежнюю расчётную модель(и) | | | | | | | |
| | | | | | | | ке выполнить |
| дотягивание 🗌 дважды | | | | | | | |
| пересечение | | | | | | | |
| триангуляцию | | | | | | | |
| передать в ЛИРА-САПР | | | | | | | |
| <Проект 1> | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Рис. 91. Команда «Создать новую расчётную модель»

В открытом окне (рис. 92) «Настройки триангуляции» выбираем «Разбивать стержни на конечные элементы не длиннее 1 м». Триангуляция пластин: адаптивная четырехугольная. Параметры: шаг – 0,25 м, создавать четырёхугольники – «Да», добавлять новые точки – «Да», сгладить сеть – «Нет».

| Настройки триангуляции | × | | | | | | | | |
|---|----------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Разбивка стержней по длине | | | | | | | | | |
| Разбивать стержни на конечные элементы не д | линнее: 1 м | | | | | | | | |
| Триангуляция пластин | | | | | | | | | |
| 🔿 треугольная | | | | | | | | | |
| • адаптивная четырехугольная | | | | | | | | | |
| Очетырехугольная | | | | | | | | | |
| О адаптивная четырехугольная версия 2 | | | | | | | | | |
| Параметры: | | | | | | | | | |
| Шаг, м | 0.25 | | | | | | | | |
| Создавать четырехугольники | Да | | | | | | | | |
| Добавлять новые точки | Да | | | | | | | | |
| Сгладить сеть | Нет | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Иназначить по умолчанию | Назначить Сбросить Закрыть | | | | | | | | |

Рис. 92. Настройки триангуляции

Далее нажимаем на кнопку «Назначить» и в окне «Создать новую расчётную модель» – на кнопку «ОК». САПФИР автоматически выполняет настроенные команды, после чего должна открыться расчётная модель в ПК ЛИРА-САПР (рис. 93).



Рис. 93. Рабочее пространство ПК ЛИРА-САПР после экспорта модели из ПК САПФИР

В ПК ЛИРА-САПР проверяем закрепления у низа колонн. Для этого с помощью команды «Информация об узле или элементе» (рис. 94) наводим на нижний узел колонны. В новом окне проверяем, назначены ли связи (рис. 95).



Рис. 94. Расположение команды «Информация об узле или элементе»

| V3en 69 | × | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Координаты | Связи ГХ ГИХ | | | | | | | | |
| Y 0 M | ⊠r ⊠ur ⊡w ⊠z ⊠uz | | | | | | | | |
| № узла Блок N 69 | №ж.т. ₽9 [] Отмеченный | | | | | | | | |
| Добавить узел | | | | | | | | | |
| Нагрузки | № загр. 1 × | | | | | | | | |
| e _{ak} 🔐 | * | | | | | | | | |
| Локальные оси | | | | | | | | | |
| Установить | M | | | | | | | | |
| Fi 0 Z | 0 M | | | | | | | | |
| Объединение перемещений Группы,содерж.узел Все группы | | | | | | | | | |
| | 1. X,Y,Z 2. X,Y,Z 3. X,Y,Z 4. X,Y,Z 5. X,Y,Z | | | | | | | | |
| Удалить | Добавить | | | | | | | | |
| | ✓ X ? | | | | | | | | |

Рис. 95. Проверка назначенных связей в узлах

Далее выполним сохранение модели (Ctrl+S) и запуск на предварительный расчёт. Для этого переходим на вкладку «Расчёт» \rightarrow «Выполнить расчёт» (рис. 96).

| Создание и редактировани | ита и и и и и и и и и и и и и и и и и и |
|---|---|
| Выполнить расчет тый процессор Высолнить расчет МЕТЕОР | Р ГП С С С С С С С С С С С С С С С С С С |
| Расчет | Динамика РСУ |
| Выполнить полный расчет в Выполнение полного расчета | а <u>С</u> оздание <u>Р</u> едактирование <u>Ж</u> есткости <u>Н</u> агрузки Конструирование <u>О</u> пции О <u>к</u> но <u>?</u> |

Рис. 96. Команда «Выполнить расчёт»

После выполненного расчёта переходим на вкладку «Анализ» и в блоке «Деформации» выбираем направление Z (рис. 97). Результат команды приведён на рис. 98.



Рис. 97. Команда «Деформации» по оси Z



Рис. 98. Мозаика деформаций по оси Z (вид 1)

При вращении модели с зажатой правой кнопкой мыши можно обнаружить, что лестничный марш первого этажа оказался незакреплённым (рис. 99).



Рис. 99. Мозаика деформаций по оси Z (вид 2)

Вернёмся во вкладку «Создание и редактирование» и закрепим узлы лестничного марша. Нажмём на команду «Отметка блока» (рис. 100). Далее выделим нижний лестничный марш. Нажимаем на правую кнопку мыши — команда «Фрагментация». После чего с помощью команды «Отметка узлов» (рис. 101) рамкой выделяем узлы нижней части марша.



Рис. 100. Команда «Отметка блока»



Рис. 101. Команда «Отметка узлов»

Результат выполненной команды показан на рис. 102. Далее переходим на вкладку «Узлы» → «Связи» (рис. 103).



Рис.102. Выделенные узлы марша

| Gia | 📖 📋 т 🗷 🖬 🦘 т 🥐 т 🕑 🔯 😨 🎸 т 🕼 🔒 👎 — ПК ЛИРА-САПР. 2022. R2 x64 - [Проект 1] | | | | | | | | | Работа с узлами | | | | |
|---------------------|---|-----------------------------|----------|--|--------------|----------------|-----------------|------------------------|------------------------|-----------------|-------------|--------|--------|------|
| | Создание и | і редактирован | ие | Расширенное ре | дактир | ование | Расчет | Анализ | Расширенн | ый анализ | Железобетон | Металл | Кирпич | Узлы |
| ļ | * + | | | 222 | *** | 00 | 🎇 | * | ~1 | | | | | |
| Нагрузка на узлы | <u>Д</u> обавить одноузловые | Локальные КЭ оси узлов т | Связи | Объединение перемещений т | АЖТ | Суперузлы * | Удалить узлы | Удаление нагрузок * | Отмена выбора узлов | | | | | |
| | Редактирование узлов | | | | | | | | | | | | | |
| файл 1.Собствен | Режим Вид пный вес | Выбор Схем | <u>Å</u> | Связи (Ctrl+Shift+ Закрепление отме | V) гченны | х узлов | ти Нагр | узки Кон | труирование | Опции (| Окно ? | | | |

Рис. 103. Команда «Связи»

Накладываем связи по всем направлениям, включая поворот (рис. 104), для этого вставим галочки и нажимаем на знак «+». После выполнения команды выделенные узлы должны сменить цвет с красного на синий. Далее правой кнопкой мыши восстанавливаем конструкцию и запускаем на повторный расчёт.

| 🔳 Связи в узлах | × |
|---|---|
| Визуализация связей | |
| Параметры связей Х UX Y UY Y UY Все ? | 7 |
| 🗹 Список для фрагмента | |

Рис. 104. Связи в узлах

На рис. 105 приведены корректные деформации по оси Z после расчёта.



Рис. 105. Деформации каркаса по оси Z от собственного веса

7. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЁТА

Проверка деформаций плиты перекрытия

Выполним проверку прогибов плиты перекрытия. В виду того, что нагрузки на все плиты перекрытия за исключением покрытия идентичные, допустимо выбрать любое. Нажимаем на команду «Отметка блока» (рис. 100), далее наводим курсор на плиту перекрытия любого этажа и с помощью правой кнопки мыши фрагментируем плиту. Далее на вкладке «Анализ» — «Деформации» нажимаем на выпадающее меню «Мозаика / изополя» и выбираем «Изополя перемещений в глобальной системе», после чего нажимаем на кнопку «Z». Включаются изополя перемещений от собственного веса.

Перейдём к анализу перемещений по РСН (рис. 106). Далее необходимо выбрать РСН от нормативных нагрузок. С помощью команды «Эпюра прогибов» (рис. 107) выполним построение эпюры в наиболее нагруженном участке плиты (рис. 108). Максимальное значение перемещения в середине пролёта равно 10,5 мм (рис. 109). Данное значение сравниваем с предельным, которое вычислим согласно [6]. Для пролёта 4500 мм предельный прогиб составит: 4500 : 175 = 25,7 мм. 10,5 мм < 25,7 мм, следовательно жёсткость плит перекрытия обеспечена при толщине 200 мм. Если условие не выполняется, необходимо увеличить толщину плиты.



Рис. 106. Команда «Перейти к анализу результатов по РСН»

| Ye | · · 12) | - Σ 4 | { ?! } | Ó | • |
|-------|------------|---------------|---------------|---|---|
| Найти | | | Ans . | | |
| центр | 🕰 🦰 Инс | тіт струме | енты | 4 | Ü |

Рис. 107. Команда «Эпюра прогибов»



Рис. 108. Место построения эпюры прогиба

Эпюра прогибов по Z (PCH1)



Рис. 109. Эпюра прогиба

Результаты расчёта колонн

Выполним «Восстановление конструкции». Для этого выберем соответствующую команду в меню при нажатии правой кнопки мыши. После чего перейдём во вкладку «Железобетон» и в блоке «Армирование стержней» нажмём на кнопки армирования согласно рис. 110. Далее для цифрового отображения значений на колоннах вызовем «Флаги рисования»

(рис. 111) и в четвёртой вкладке поставим галочку «Значения на мозаике контраст-ным цветом» (рис. 112). После чего нажмём на галочку в нижней части окна. Результат выполнения команд показан на рис. 113.



Рис. 110. Армирование стержней



Рис. 111. Команда «Флаги рисования»

| Показать | × |
|---|---|
| Значения 2 3 2 3 2 3 2 3 3 3 4 3 4 3 4 3 4 3 4 4 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 | |

Рис. 112. Включение цифрового отображения

Для конструирования выберем колонну с максимальной арматурой и выделим с помощью команды «Отметка блока». Максимальное значение суммарной арматуры для нашего случая равно 18 см². Принимаем 6 стержней диаметром 20 мм. Суммарная принятая арматура составит 18,85 см², что больше требуемой.


Рис. 113. Суммарная площадь арматуры в колоннах

Далее определим шаг и диаметр поперечных хомутов. Нажмём поочередно на кнопки «Поперечная арматура ASW1» и «Поперечная арматура ASW2» (рис. 114). Результат показан на рис. 115.

| Эпюры/ мозаика * | Симметрия | | | • | % | ₩ - 100 k° - | |
|---------------------|-----------|------|-------|--------|---|-----------------|--|
| | Арми | рова | ние с | тержне | | | |

Рис. 114. Команда «Поперечная арматура ASW1»



Рис. 115. Площадь полной арматуры ASW1

Требуемое значение равно 1,26 см²/м. С учётом [9, п. 10.3.12] принимаем диаметр хомутов 8 мм, шаг принимаем согласно [9, п. 10.3.14] 200 мм. Тогда площадь стержней на 1 м составит 5,03 см²/м, что больше требуемого значения 1,26 см²/м.

Результаты расчёта плиты перекрытия

Выполним «Восстановление конструкции». После чего «Отметкой блока» фрагментируем одну плиту перекрытия, для которой проверяли прогибы и перейдём на вид сверху (рис. 116). Во флагах рисования включим отображения осей (рис. 117). Далее в блоке «Армирование пластин» нажмём на «Нижняя арматуры в пластинах по оси X1» (рис. 118).

Результаты подбора армирования показаны на рис. 119, при этом цифровое отображение значений отключено во «флагах рисования».



Рис. 116. Проекция на ось ХҮ



Рис. 117. Включение отображения осей



Рис. 118. Окно с выбором зон армирования в пластинах (выбрана нижняя арматура по оси *X*1)



Рис. 119. Нижняя арматура по оси X1

Как видно из рис. 119, максимальное значение армирования в плите по оси X у нижней грани равно 5,66 см²/м. Принимаем основную арматуру диаметром 12 мм с шагом 200 мм. По аналогии проверяем армирование по оси Y (рис. 120). Как видно из рис. 120, максимальное значение равно 3,93 см²/м. Для унификации принимаем нижнюю сетку в двух направлениях диаметром 12 мм с шагом 200 мм.

Перейдём к подбору армирования у верхней грани. Нажмём на «Верхняя арматура в пластинах по оси X1» (рис. 121). Результаты подбора армирования показаны на рис. 122.



Рис. 120. Нижняя арматура по оси У1



Рис. 121. Окно с выбором зон армирования в пластинах (выбрана верхняя арматура по оси X1)



Рис. 122. Верхняя арматура по оси X1

Как видно из рис. 122, максимальное значение армирования в плите по оси X у верхней грани равно 15,7 см²/м. Принимаем основную арматуру диаметром 12 мм с шагом 200 мм и дополнительную у колонн диаметром 18 мм с шагом 200 мм. Суммарная арматура при этом будет равна 18,37 см²/м, что больше 15,7 см²/м. По аналогии подбираем для направления Y.

Далее переходим к проверке необходимости поперечного армирования. Для этого нажимаем на кнопку «Площадь арматуры продавливания на погонный метр периметра» (рис. 123). Результаты показаны на рис. 124.



Рис. 123. Результаты расчёта на продавливание



Рис. 124. Площадь арматуры продавливания на погонный метр периметра

Как видно из рис. 124, поперечная арматуры необходима в крайних колоннах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате освоения учебно-методического пособия обучающийся получает требуемое армирование в колонне и плите перекрытия, которое необходимо для разработки чертежей – следующего этапа курсовой работы по дисциплине «Организация проектно-изыскательной деятельности».

Приобретённые компетенции после освоения материала пособия позволят выполнить построение расчётной модели конструкций здания и сооружения при разработке выпускной квалификационной работы магистра и прохождения производственной (проектной) практики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 г. № 87 : утвержден Правительством Российской Федерации от 16 февраля 2008 года : в редакции Постановлений Правительства РФ от 28.12.2024 № 196 / Правительство РФ. – Москва, 2008. – URL: http://government.ru/docs/all/63014/ (дата обращения: 06.03.2025). – Текст : электронный.

2. Руководство по конструированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона (без предварительного напряжения) / ГПИ Ленинград Промстройпроект Госстроя СССР, ЦНИИ промзданий Госстрой СССР, НИИИЖБ Госстроя СССР. – Москва : Стройиздат, 1978. – 175 с.

3. СП 14.13330.2018. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81 : утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 24 мая 2018 г. № 309/пр : введен в действие с 25 ноября 2018 г. – Москва : Минстрой России, Стандартинформ, 2018. – 115 с.

4. Тихонов, И. Н. Армирование элементов монолитных железобетонных зданий / И. Н. Тихонов. – Москва : ФГУП «НИЦ «Строительство», НИИЖБ им. А. А. Гвоздева, ЗАО «КТБ НИИЖБ», 2007. – 170 с.

5. Макаров, Е. В. Справочные таблицы весов строительных материалов / Е. В. Макаров, Н. Д. Светлаков. – Москва : Литература по строительству, 1971. – 45 с.

6. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85 : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 3 декабря 2016 г. № 891/пр : введен в действие с 4 июня 2017 г. – Москва : Минстрой России, Стандартинформ, 2018. – 90 с.

7. РСУ с дополнительными столбцами // rflira.ru. — URL: https://rflira.ru/ kb/91/463/ (дата обращения: 06.03.2025). – Текст : электронный.

8. СП 430.1325800.2018. Монолитные конструктивные системы. Правила проектирования : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25 декабря 2018 г. № 861/пр : введен в действие с 26 июня 2019 г. – Москва : Минстрой России, Стандарт-информ, 2018. – 40 с.

9. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения : утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 19 декабря 2018 г. № 832/пр : введен в действие с 20 июня 2019 г. – Москва : Минстрой России, Стандарт-информ, 2019. – 143 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Казанский государственный энергетический университет

Институт атомной и тепловой энергетики

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений" Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа

Задание 1

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

2. Исходные данные для проектирования

| 1. Функциональное назна | чение здания: | гостиница | |
|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------|
| 2. Шаг колонн вдоль букв | енных осей, мм | 7000 | |
| 3. Шаг колонн вдоль циф | оовых осей, мм | 5500 | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | буквенных осей | 4 | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | цифровых осей | 3 | |
| 6. Кол-во этажей | | 3 | |
| 6. Высота этажа, мм | | 3100 | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 400x400 | |
| 8. Класс бетона | | B30 | |
| 9. Класс арматуры | | A400C | |
| 10. Город строительства | | Курск | |
| 11. Тип местности | | В | |
| 12. Конструкция пола: | - керамическая пл | итка | 8 мм |
| | - плиточный клей | | 10 мм |
| | - цементно-песчан | ая стяжка | 30 мм |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэласт ПЛА | МЯ СТОП | 5 мм |
| | праймер битумн | ый | |
| | - хризотилцемент | ные пресс. плоские листы | 20 мм |
| | - плиты из XPS Т | ехнониколь CARBON PROF | 150 мм |
| | - технобарьер | | 5 мм |
| | - цементно-песчан | ая стяжка | 50 мм |
| 14. Наружные стены: | облицовочный к | ирпич | 60 мм |
| | - утеплитель | | 120 мм |
| | - газобетон D400 | | 400 мм |
| | - штукатурка | | 20 мм |
| 15. Перегородки: | - штукатурка | | 20 мм |
| | - газобетон D400 | | 100 мм |
| | - штукатурка | | 20 мм |
| | | | |
| Задание выдал: | | | Net Net |
| | (должность, Фамили | ня И.О.) | (подпись) |
| | | | |
| Задание получил студент: | | | |

(Фамилия И.О.)



Институт атомной и тепловой энергетики

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений" Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа

Задание 2

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР; б) ручным методом заменяющих рам.

| | | 2. Hexoglible guillible gin hpoekinpobulin | | |
|--------------------------|-----|--|-----|----|
| 1. Функциональное назна | чен | ие здания: офисный центр | | |
| 2. Шаг колонн вдоль буке | ен | ных осей, мм 7000 | | |
| 3. Шаг колонн вдоль циф | ров | вых осей, мм 6500 | | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | бул | квенных осей 6 | | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | ци | фровых осей 3 | | |
| 6. Кол-во этажей | | 3 | | |
| 6. Высота этажа, мм | | 3200 | | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 500x500 | | |
| 8. Класс бетона | | B25 | | |
| 9. Класс арматуры | | A500C | | |
| 10. Город строительства | | Ростов | | |
| 11. Тип местности | | В | | |
| 12. Конструкция пола: | - | керамическая плитка | 12 | ММ |
| | - | плиточный клей | 10 | ММ |
| | - | цементно-песчаная стяжка | 70 | ММ |
| 13. Конструкция кровли: | - | техноэласт ПЛАМЯ СТОП | 5 | MM |
| | - | праймер битумный | | |
| | - | хризотилцементные пресс. плоские листы | 10 | MM |
| | - | плиты из XPS Texнониколь CARBON PROF | 100 | MM |
| | - | технобарьер | 5 | MM |
| | - | цементно-песчаная стяжка | 50 | ММ |
| 14. Наружные стены: | - | облицовочный кирпич | 100 | MM |
| | - | утеплитель | 120 | MM |
| | - | поризованный кирпич 2.1 НФ Кетра | 380 | MM |
| | - | штукатурка | 20 | MM |
| 15. Перегородки: | - | штукатурка | 20 | ММ |
| | - | поризованный кирпич 2.1 НФ Кетра | 120 | MM |
| | - | штукатурка | 20 | ММ |
| | | | | |

2. Исходные данные для проектирования

Задание получил студент:

Задание выдал:

(Фамилия И.О.)

(должность, Фамилия И.О.)

(подпись)





Институт атомной и тепловой энергетики

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений" Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа



кгэу

Задание 3

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и зированно с

| - | | | | |
|--------------------------|-----|---|----------|------|
| графической части. Расчё | тн | есущих элементов выполнить двумя способами: а |) автома | атиз |
| помощью ПК ЛИРА-САП | (P; | б) ручным методом заменяющих рам. | | |
| | | 2. Исходные данные для проектирования | | |
| 1. Функциональное назна | чен | ие здания: торговый центр | | |
| 2. Шаг колонн вдоль букв | енн | ных осей, мм 7000 | | |
| 3. Шаг колонн вдоль циф | ров | ых осей, мм 6000 | | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | бук | квенных осей 6 | | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | ци | фровых осей 3 | | |
| 6. Кол-во этажей | | 5 | | |
| 6. Высота этажа, мм | | 2900 | | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 500x500 | | |
| 8. Класс бетона | | B35 | | |
| 9. Класс арматуры | | A400C | | |
| 10. Город строительства | | Санкт-Петеребург | | |
| 11. Тип местности | | В | | |
| 12. Конструкция пола: | ÷ | керамическая плитка | 12 | MM |
| | - | плиточный клей | 10 | MM |
| | - | цементно-песчаная стяжка | 80 | MM |
| 13. Конструкция кровли: | - | техноэласт ПЛАМЯ СТОП | 5 | MM |
| | - | праймер битумный | | |
| | - | хризотилцементные пресс. плоские листы | 10 | MM |
| | - | плиты из XPS Технониколь CARBON PROF | 130 | MM |
| | - | технобарьер | 5 | MM |
| | - | цементно-песчаная стяжка | 50 | MM |
| 14. Наружные стены: | - | облицовочный кирпич | 120 | MM |
| | - | утеплитель | 120 | MM |
| | - | газобетон D400 | 400 | MM |
| | - | штукатурка | 10 | MM |
| 15. Перегородки: | - | штукатурка | 10 | MM |
| | - | газобетон D400 | 100 | MM |
| | - | штукатурка | 10 | ММ |
| | | | | |

Задание выдал:

(должность, Фамилия И.О.)

(подпись)

Задание получил студент:

(Фамилия И.О.)

| TA U | | | |
|-----------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Казанский | госулярственный | энергетический | VHИВЕВСИТЕТ |
| Rajanenni | тосударственным | Jucpi cin iceknin | Jumbepenter |

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа

Задание 4

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| 1. Функциональное назна | чение здания: | гостиница | |
|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------|
| 2. Шаг колонн вдоль букв | енных осей, мм | 5500 | |
| 3. Шаг колонн вдоль циф | ровых осей, мм | 6500 | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | буквенных осей | 6 | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | цифровых осей | 4 | |
| 6. Кол-во этажей | | 4 | |
| 6. Высота этажа, мм | | 2900 | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 300x300 | |
| 8. Класс бетона | | B25 | |
| 9. Класс арматуры | | A400C | |
| 10. Город строительства | | Сургут | |
| 11. Тип местности | | С | |
| 12. Конструкция пола: | - керамическая пл | итка | 10 мм |
| | - плиточный клей | Í | 10 мм |
| | - цементно-песча | ная стяжка | 50 мм |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэласт ПЛА | ПОТЭ РМ | 5 мм |
| | праймер битумн | ый | |
| | - хризотилцемент | ные пресс. плоские листы | 10 мм |
| | - плиты из XPS Т | ехнониколь CARBON PROF | 120 мм |
| | - технобарьер | | 5 мм |
| | - цементно-песча | ная стяжка | 50 мм |
| 14. Наружные стены: | - облицовочный н | сирпич | 70 мм |
| | - утеплитель | | 110 мм |
| | поризованный в | ирпич 2.1 НФ Кетра | 380 мм |
| | - штукатурка | | 10 мм |
| 15. Перегородки: | - штукатурка | | 20 мм |
| | - поризованный в | ирпич 2.1 НФ Кетра | 120 мм |
| | - штукатурка | | 20 мм |
| | | | |

2. Исходные данные для проектирования

Задание выдал:

(должность, Фамилия И.О.)

(подпись)

Задание получил студент:

(Фамилия И.О.)

(подпись)



KLƏA

Институт атомной и тепловой энергетики

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа



кгэу

Задание 5

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| | 2. Исходные да | анные для проектирования | |
|----------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------|
| 1. Функциональное назнач | нение здания: | гостиница | |
| 2. Шаг колонн вдоль букв | енных осей, мм | 6000 | |
| 3. Шаг колонн вдоль цифр | овых осей, мм | 6000 | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | буквенных осей | 5 | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль в | цифровых осей | 3 | |
| 6. Кол-во этажей | | 5 | |
| 6. Высота этажа, мм | | 2900 | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 300x300 | |
| 8. Класс бетона | | B40 | |
| 9. Класс арматуры | | A500 | |
| 10. Город строительства | | Хабаровск | |
| 11. Тип местности | | В | |
| 12. Конструкция пола: | - керамическая пли | гка | 9 мм |
| | плиточный клей | | 10 мм |
| | - цементно-песчана | я стяжка | 30 мм |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэласт ПЛАМ | Я СТОП | 5 мм |
| | - праймер битумны | й | |
| | - хризотилцементни | ые пресс. плоские листы | 10 мм |
| | - плиты из XPS Tex | нониколь CARBON PROF | 110 мм |
| | - технобарьер | | 5 мм |
| | - цементно-песчана | я стяжка | 40 мм |
| 14. Наружные стены: | - облицовочный ки | опич | 120 мм |
| | - утеплитель | | 120 мм |
| | - газобетон D400 | | 400 мм |
| | - штукатурка | | 10 мм |
| 15. Перегородки: | - штукатурка | | 10 мм |
| | - газобетон D400 | | 100 мм |
| | - штукатурка | | 10 мм |
| Задание выдал: | | | |
| | (должность, Фамилия | И.О.) (под | цпись) |

Задание получил студент:

(Фамилия И.О.)

| TO | v | U | |
|-----------|-----------------|----------------|----------------------------------|
| казанскии | госуларственный | энергетическии | <i>УНИВЕВСИТЕТ</i> |
| | | | J |

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа

Задание 6

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| | | nexognine guilinne grin inpoertinpobulitin | |
|--------------------------|-----------|--|--------|
| 1. Функциональное назна | чение зда | ния: торговый центр | |
| 2. Шаг колонн вдоль букв | енных ос | ей, мм 6000 | |
| 3. Шаг колонн вдоль цифр | ровых осе | й, мм 6000 | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | буквенны | х осей 4 | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | цифровых | к осей 4 | |
| 6. Кол-во этажей | | 3 | |
| 6. Высота этажа, мм | | 2800 | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 300x300 | |
| 8. Класс бетона | | B35 | |
| 9. Класс арматуры | | A500C | |
| 10. Город строительства | | Уфа | |
| 11. Тип местности | | А | |
| 12. Конструкция пола: | - керам | ическая плитка | 11 мм |
| | - плитс | чный клей | 10 мм |
| | - цемен | тно-песчаная стяжка | 70 мм |
| 13. Конструкция кровли: | - техно | эласт ПЛАМЯ СТОП | 5 мм |
| | - прайм | ер битумный | |
| | - хризо | тилцементные пресс. плоские листы | 10 мм |
| | - плить | и из XPS Технониколь CARBON PROF | 110 мм |
| | - техно | барьер | 5 мм |
| | - цемен | тно-песчаная стяжка | 40 мм |
| 14. Наружные стены: | - облиц | овочный кирпич | 80 мм |
| | - утепл | итель | 120 мм |
| | - пориз | ованный кирпич 2.1 НФ Кетра | 380 мм |
| | - штука | турка | 10 мм |
| 15. Перегородки: | - штука | турка | 20 мм |
| | - пориз | ованный кирпич 2.1 НФ Кетра | 120 мм |
| | - штука | турка | 20 мм |
| | | | |

2. Исходные данные для проектирования

Задание выдал:

(должность, Фамилия И.О.)

(подпись)

Задание получил студент:

(Фамилия И.О.)

(подпись)



кгэу

Институт атомной и тепловой энергетики

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа



ЭV

Задание 7

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| | 2. RICA04 | пыс данные для просктирования | | |
|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----|----|
| 1. Функциональное назна | чение здания: | торговый центр | | |
| 2. Шаг колонн вдоль буке | енных осей, мм | 6500 | | |
| 3. Шаг колонн вдоль циф | 5500 | | | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | буквенных осей | i 5 | | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | цифровых осей | 4 | | |
| 6. Кол-во этажей | | 3 | | |
| 6. Высота этажа, мм | | 3000 | | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 250x600 | | |
| 8. Класс бетона | | B30 | | |
| 9. Класс арматуры | | A500 | | |
| 10. Город строительства | | Краснодар | | |
| 11. Тип местности | | А | | |
| 12. Конструкция пола: | - керамическ | ая плитка | 10 | MM |
| | - плиточный | клей | 10 | MM |
| | - цементно-п | есчаная стяжка | 30 | MM |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэласт | ПЛАМЯ СТОП | 5 | MM |
| | праймер би | тумный | | |
| | - хризотилце | ментные пресс. плоские листы | 10 | MM |
| | - плиты из Х | PS Texhohukoль CARBON PROF | 150 | MM |
| | - технобарье | 2 | 5 | MM |
| | - цементно-п | есчаная стяжка | 40 | MM |
| 14. Наружные стены: | - облицовочн | ый кирпич | 80 | MM |
| | - утеплитель | | 120 | MM |
| | газобетон І | 9400 | 400 | MM |
| | - штукатурка | | 10 | MM |
| 15. Перегородки: | - штукатурка | | 10 | MM |
| | газобетон І | 9400 | 100 | MM |
| | - штукатурка | | 10 | MM |
| | | | | |
| n | | | | |

2. Исходные данные для проектирования

Задание выдал:

(должность, Фамилия И.О.)

(подпись)

Задание получил студент:

(Фамилия И.О.)

Институт атомной и тепловой энергетики

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа

Задание 8

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| 1. Функциональное назнач | нение здания: | АБК | |
|----------------------------|------------------|---------------------------|--------|
| 2. Шаг колонн вдоль букв | енных осей, мм | 7000 | |
| 3. Шаг колонн вдоль цифр | овых осей, мм | 6000 | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | буквенных осей | 6 | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль в | цифровых осей | 3 | |
| 6. Кол-во этажей | | 5 | |
| 6. Высота этажа, мм | | 2900 | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 250x800 | |
| 8. Класс бетона | | B35 | |
| 9. Класс арматуры | | A400C | |
| 10. Город строительства | | Челябинск | |
| 11. Тип местности | | В | |
| 12. Конструкция пола: | - керамическая г | ілитка | 11 мм |
| | - плиточный кле | й | 10 мм |
| | - цементно-песча | аная стяжка | 70 мм |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэласт ПЛ | АМЯ СТОП | 5 мм |
| | - праймер битум | ный | |
| | - хризотилцемен | тные пресс. плоские листы | 10 мм |
| | - плиты из XPS | Texнониколь CARBON PROF | 140 мм |
| | - технобарьер | | 5 мм |
| | - цементно-песча | аная стяжка | 40 мм |
| 14. Наружные стены: | - облицовочный | кирпич | 120 мм |
| | - утеплитель | | 110 мм |
| | - поризованный | кирпич 2.1 НФ Кетра | 380 мм |
| | - штукатурка | | 20 мм |
| 15. Перегородки: | - штукатурка | | 10 мм |
| | - поризованный | кирпич 2.1 НФ Кетра | 120 мм |
| | - штукатурка | | 10 мм |
| Задание выдал: | | | |

2. Исходные данные для проектирования

Задание получил студент:

(Фамилия И.О.)

(должность, Фамилия И.О.)

(подпись)



Институт атомной и тепловой энергетики

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений" Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа



кгэу

Задание 9

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: a) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| | | 2. Исходные данные для проектирован | ия | |
|--------------------------|------|--|-----------|----|
| 1. Функциональное назна | чен | ие здания: гостиница | | |
| 2. Шаг колонн вдоль букв | венн | ых осей, мм 7000 | | |
| 3. Шаг колонн вдоль циф | ров | ых осей, мм 5500 | | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | бук | венных осей 4 | | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | циф | ровых осей 4 | | |
| 6. Кол-во этажей | | 5 | | |
| 6. Высота этажа, мм | | 3200 | | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 250x800 | | |
| 8. Класс бетона | | B40 | | |
| 9. Класс арматуры | | A400 | | |
| 10. Город строительства | | Махачкала | | |
| 11. Тип местности | | А | | |
| 12. Конструкция пола: | - | керамическая плитка | 12 | MM |
| | - | плиточный клей | 10 | MM |
| | - | цементно-песчаная стяжка | 40 | MM |
| 13. Конструкция кровли: | - | техноэласт ПЛАМЯ СТОП | 5 | MM |
| | - | праймер битумный | | |
| | - | хризотилцементные пресс. плоские листы | 10 | MM |
| | - | плиты из XPS Технониколь CARBON PROF | 110 | MM |
| | - | технобарьер | 5 | MM |
| | - | цементно-песчаная стяжка | 50 | MM |
| 14. Наружные стены: | - | облицовочный кирпич | 70 | MM |
| | - | утеплитель | 120 | MM |
| | - | газобетон D400 | 400 | MM |
| | - | штукатурка | 10 | MM |
| 15. Перегородки: | - | штукатурка | 10 | MM |
| | - | газобетон D400 | 100 | MM |
| | - | штукатурка | 10 | MM |
| Задание выдал: | | | | |
| | | (должность, Фамилия И.О.) | (подпись) | |

. Исходные данные для проектировани

Задание получил студент:

(Фамилия И.О.)

| TOV | v | v | |
|-----------|--------------------|-------------------|-------------|
| Казанскии | госуларственный | энергетическии | университет |
| | . or janper bennen | sucpress reesting | Junepenser |

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа



кгэу

Задание 10

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| 1. Функциональное назначение здания: | | АБК | |
|--------------------------------------|--------------------|-------------------------|--------|
| 2. Шаг колонн вдоль букв | енных осей, мм | 6500 | |
| 3. Шаг колонн вдоль цифр | овых осей, мм | 6500 | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | буквенных осей | 5 | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | цифровых осей | 3 | |
| 6. Кол-во этажей | | 4 | |
| 6. Высота этажа, мм | | 3000 | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 400x400 | |
| 8. Класс бетона | | B40 | |
| 9. Класс арматуры | | A500C | |
| 10. Город строительства | | Сочи | |
| 11. Тип местности | | С | |
| 12. Конструкция пола: | - керамическая пли | тка | 11 мм |
| | - плиточный клей | | 10 мм |
| | - цементно-песчана | я стяжка | 50 мм |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэласт ПЛАМ | ІЯ СТОП | 5 мм |
| | - праймер битумны | й | |
| | - хризотилцементни | ые пресс. плоские листы | 10 мм |
| | - плиты из XPS Тех | кнониколь CARBON PROF | 150 мм |
| | - технобарьер | | 5 мм |
| | - цементно-песчана | я стяжка | 50 мм |
| 14. Наружные стены: | - облицовочный ки | рпич | 60 мм |
| | - утеплитель | | 120 мм |
| | - поризованный кир | рпич 2.1 НФ Кетра | 380 мм |
| | - штукатурка | | 20 мм |
| 15. Перегородки: | - штукатурка | | 20 мм |
| | - поризованный кир | рпич 2.1 НФ Кетра | 120 мм |
| | - штукатурка | | 20 мм |
| Залание вылал. | | | |
| Charles Districts 1. | | | |

2. Исходные данные для проектирования

Задание получил студент:

(Фамилия И.О.)

(должность, Фамилия И.О.)

(подпись)

Институт атомной и тепловой энергетики

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа



кгэу

Задание 11

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: a) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| | 2. HI | лодные данные для просктирован | เทท |
|--------------------------|-------------|---------------------------------|---------------------|
| 1. Функциональное назна | чение здани | я: жилой дом | |
| 2. Шаг колонн вдоль букв | енных осей, | , мм 5500 | |
| 3. Шаг колонн вдоль циф | овых осей, | мм 6500 | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | буквенных о | осей 6 | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | цифровых с | сей 4 | |
| 6. Кол-во этажей | | 4 | |
| 6. Высота этажа, мм | | 2900 | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 250x500 | |
| 8. Класс бетона | | B25 | |
| 9. Класс арматуры | | A400 | |
| 10. Город строительства | | Казань | |
| 11. Тип местности | | А | |
| 12. Конструкция пола: | - керамич | еская плитка | 12 мм |
| | - плиточн | ый клей | 10 мм |
| | - цементн | о-песчаная стяжка | 50 мм |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэл | аст ПЛАМЯ СТОП | 5 мм |
| | - праймер |) битумный | |
| | - хризоти | лцементные пресс. плоские листы | 20 мм |
| | - плиты и | з XPS Технониколь CARBON PROF | ⁷ 110 мм |
| | - техноба | рьер | 5 мм |
| | - цементн | о-песчаная стяжка | 40 мм |
| 14. Наружные стены: | - облицов | очный кирпич | 100 мм |
| | - утеплит | ель | 120 мм |
| | - газобето | он D400 | 400 мм |
| | - штукату | рка | 10 мм |
| 15. Перегородки: | - штукату | рка | 20 мм |
| | - газобето | он D400 | 100 мм |
| | - штукату | рка | 20 мм |
| Задание выдал: | | | |
| | (должност | ть, Фамилия И.О.) | (подпись) |

2. Исходные данные для проектирования

Задание получил студент:

(Фамилия И.О.)

| Казанский государственный э | энергетический университет |
|-----------------------------|----------------------------|
|-----------------------------|----------------------------|

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа



Задание 12

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: a) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| 1. Функциональное назнач | чение здания: | офисный центр | |
|--|---------------------|-------------------------|----------|
| 2. Шаг колонн вдоль буквенных осей, мм | | 6000 | |
| 3. Шаг колонн вдоль цифр | оовых осей, мм | 5500 | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | буквенных осей | 4 | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | цифровых осей | 3 | |
| 6. Кол-во этажей | | 4 | |
| 6. Высота этажа, мм | | 2900 | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 250x600 | |
| 8. Класс бетона | | B40 | |
| 9. Класс арматуры | | A500 | |
| 10. Город строительства | | Краснодар | |
| 11. Тип местности | | А | |
| 12. Конструкция пола: | - керамическая пли | тка | 9 мм |
| | - плиточный клей | | 10 мм |
| | - цементно-песчана | ня стяжка | 30 мм |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэласт ПЛАМ | ЛЯ СТОП | 5 мм |
| | - праймер битумны | IЙ | |
| | - хризотилцементн | ые пресс. плоские листы | 10 мм |
| | - плиты из XPS Те | хнониколь CARBON PROF | 100 мм |
| | - технобарьер | | 5 мм |
| | - цементно-песчана | ля стяжка | 50 мм |
| 14. Наружные стены: | - облицовочный ки | рпич | 70 мм |
| | - утеплитель | | 120 мм |
| | - поризованный ки | рпич 2.1 НФ Кетра | 380 мм |
| | - штукатурка | | 20 мм |
| 15. Перегородки: | - штукатурка | | 10 мм |
| | - поризованный ки | рпич 2.1 НФ Кетра | 120 мм |
| | - штукатурка | | 10 мм |
| Залание вылал. | | | |
| Suttaine Buttan. | (должность, Фамилия | а И.О.) (1 | подпись) |
| | | | |

2. Исходные данные для проектирования

| Залание | получил | стулент: |
|---------|------------|----------|
| Judanne | mosty mist | студени. |

(Фамилия И.О.)

Институт атомной и тепловой энергетики

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа



кгэу

Задание 13

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| | | mining with the second second | - |
|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1. Функциональное назна | чение здания: | гостиница | |
| 2. Шаг колонн вдоль букв | енных осей, мм | 5500 | |
| 3. Шаг колонн вдоль циф | ровых осей, мм | 5500 | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | буквенных осей | 6 | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | цифровых осей | 3 | |
| 6. Кол-во этажей | | 3 | |
| 6. Высота этажа, мм | | 3000 | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 250x500 | |
| 8. Класс бетона | | B40 | |
| 9. Класс арматуры | | A500 | |
| 10. Город строительства | | Курск | |
| 11. Тип местности | | С | |
| 12. Конструкция пола: | - керамическая пли | тка | 12 мм |
| | плиточный клей | | 10 мм |
| | - цементно-песчана | я стяжка | 30 мм |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэласт ПЛАМ | ПОТЭ В | 5 мм |
| | праймер битумны | й | |
| | - хризотилцементни | ые пресс. плоские листы | 20 мм |
| | - плиты из XPS Тех | снониколь CARBON PROF | 120 мм |
| | - технобарьер | | 5 мм |
| | - цементно-песчана | я стяжка | 50 мм |
| 14. Наружные стены: | - облицовочный ки | рпич | 100 мм |
| | - утеплитель | | 120 мм |
| | - газобетон D400 | | 400 мм |
| | - штукатурка | | 20 мм |
| 15. Перегородки: | - штукатурка | | 20 мм |
| | - газобетон D400 | | 100 мм |
| | - штукатурка | | 20 мм |
| Залание вылал: | | | |
| | (должность, Фамилия | И.О.) (| подпись) |

2. Исходные данные для проектирования

Задание получил студент:

(Фамилия И.О.)

| Казанский | государственный | энергетический | <i>УНИВЕВСИТЕТ</i> |
|-----------|-----------------|----------------|----------------------------------|
| | | | |

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа



для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| 1. Функциональное назна | чение здания: | здание архива | |
|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------|---------|
| 2. Шаг колонн вдоль буке | енных осей, мм | 7000 | |
| 3. Шаг колонн вдоль циф | ровых осей, мм | 6500 | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | буквенных осей | 6 | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | цифровых осей | 4 | |
| 6. Кол-во этажей | | 5 | |
| 6. Высота этажа, мм | | 3100 | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 250x800 | |
| 8. Класс бетона | | B35 | |
| 9. Класс арматуры | | A500 | |
| 10. Город строительства | | Сургут | |
| 11. Тип местности | | А | |
| 12. Конструкция пола: | - керамическая пли | ітка | 8 мм |
| | - плиточный клей | | 10 мм |
| | - цементно-песчан | ая стяжка | 70 мм |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэласт ПЛАМ | ЛЯ СТОП | 5 мм |
| | праймер битумня | лй | |
| | - хризотилцементн | ые пресс. плоские листы | 10 мм |
| | - плиты из XPS Те | хнониколь CARBON PROF | 120 мм |
| | - технобарьер | | 5 мм |
| | - цементно-песчан | ая стяжка | 50 мм |
| 14. Наружные стены: | облицовочный ки | рпич | 100 мм |
| | - утеплитель | | 110 мм |
| | - поризованный ки | рпич 2.1 НФ Кетра | 380 мм |
| | - штукатурка | | 20 мм |
| 15. Перегородки: | - штукатурка | | 10 мм |
| | - поризованный ки | рпич 2.1 НФ Кетра | 120 мм |
| | - штукатурка | | 10 мм |
| 22 | | | |
| Задание выдал: | | | |
| | (должность, Фамили | я И.О.) (п | одпись) |

2. Исходные данные для проектирования

Задание получил студент:

(Фамилия И.О.)

Институт атомной и тепловой энергетики

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений" Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа



Задание 15

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| 2. | Исходные да | нные для | проектирования |
|----|-------------|----------|----------------|
|----|-------------|----------|----------------|

| 1. Функциональное назнач | чение здания: | офисный центр | | |
|--------------------------|---------------------|-------------------------|---------|----|
| 2. Шаг колонн вдоль букв | енных осей, мм | 5500 | | |
| 3. Шаг колонн вдоль цифр | оовых осей, мм | 6500 | | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | буквенных осей | 4 | | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | цифровых осей | 3 | | |
| 6. Кол-во этажей | | 5 | | |
| 6. Высота этажа, мм | | 2900 | | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 300x300 | | |
| 8. Класс бетона | | B40 | | |
| 9. Класс арматуры | | A500C | | |
| 10. Город строительства | | Уфа | | |
| 11. Тип местности | | С | | |
| 12. Конструкция пола: | - керамическая плит | гка | 11 м | 4M |
| | - плиточный клей | | 10 м | 4M |
| | - цементно-песчана | я стяжка | 60 м | 4M |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэласт ПЛАМ | Я СТОП | 5 M | 4M |
| | - праймер битумны | й | | |
| | - хризотилцементны | ие пресс. плоские листы | 20 м | 4M |
| | - плиты из XPS Tex | нониколь CARBON PROF | 130 м | 4M |
| | - технобарьер | | 5 M | 4M |
| | - цементно-песчана | я стяжка | 50 м | 4M |
| 14. Наружные стены: | - облицовочный кир | опич | 90 м | 4M |
| | - утеплитель | | 100 м | 4M |
| | - газобетон D400 | | 400 м | 4M |
| | - штукатурка | | 10 м | 4M |
| 15. Перегородки: | - штукатурка | | 20 м | 4M |
| | - газобетон D400 | | 100 м | 4M |
| | - штукатурка | | 20 м | 4M |
| Запание выпал. | | | | |
| эадание выдал. | (должность, Фамилия | И.О.) (1 | юдпись) | |

Задание получил студент:

(Фамилия И.О.)

(подпись)

| Казанский | государственный | энергетический | университет |
|-----------|-----------------|----------------|-------------|
| | | | , |

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа



для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| 1. Функциональное назна | чение здания: | офисный центр | |
|--------------------------|--------------------------------------|---|--------|
| 2. Шаг колонн вдоль буки | венных осей, мм | 6000 | |
| 3. Шаг колонн вдоль циф | ровых осей, мм | 5500 | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | буквенных осей | 6 | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | цифровых осей | 4 | |
| 6. Кол-во этажей | | 4 | |
| 6. Высота этажа, мм | | 2800 | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 300x300 | |
| 8. Класс бетона | | B25 | |
| 9. Класс арматуры | | A400 | |
| 10. Город строительства | | Казань | |
| 11. Тип местности | | В | |
| 12. Конструкция пола: | - керамическая плит | ка | 10 мм |
| | плиточный клей | | 10 мм |
| | - цементно-песчаная | стяжка | 50 мм |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэласт ПЛАМ | я стоп | 5 мм |
| | праймер битумный | i de la companya de l | |
| | - хризотилцементны | е пресс. плоские листы | 20 мм |
| | - плиты из XPS Техн | юниколь CARBON PROF | 100 мм |
| | - технобарьер | | 5 мм |
| | - цементно-песчаная | стяжка | 50 мм |
| 14. Наружные стены: | облицовочный кир | пич | 80 мм |
| | - утеплитель | | 120 мм |
| | поризованный кир | лич 2.1 НФ Кетра | 380 мм |
| | - штукатурка | | 20 мм |
| 15. Перегородки: | - штукатурка | | 10 мм |
| | поризованный кир | пич 2.1 НФ Кетра | 120 мм |
| | - штукатурка | | 10 мм |
| | | | |
| Задание выдал: | t- | | |
| | (должность, Фамилия І | 1.О.) (по | дпись) |

2. Исходные данные для проектирования

Задание получил студент:

(Фамилия И.О.)

Институт атомной и тепловой энергетики

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа



Задание 17

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| 1. Функциональное назначение здания: | | офисный центр | | |
|--|--------------|--------------------------------|-----|----|
| 2. Шаг колонн вдоль буквенных осей, мм | | м 6000 | | |
| 3. Шаг колонн вдоль цифровых осей, мм | | м 5500 | | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | буквенных ос | ей 4 | | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | цифровых осе | й 4 | | |
| 6. Кол-во этажей | | 5 | | |
| 6. Высота этажа, мм | | 3100 | | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 250x500 | | |
| 8. Класс бетона | | B30 | | |
| 9. Класс арматуры | | A500 | | |
| 10. Город строительства | | Краснодар | | |
| 11. Тип местности | | В | | |
| 12. Конструкция пола: | - керамичес | кая плитка | 12 | MM |
| | - плиточны | й клей | 10 | MM |
| | - цементно- | песчаная стяжка | 60 | MM |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэлас | т ПЛАМЯ СТОП | 5 | MM |
| | - праймер б | итумный | | |
| | - хризотили | сементные пресс. плоские листы | 20 | MM |
| | - плиты из | XPS Texhohukoль CARBON PROF | 130 | MM |
| | - технобарь | ep | 5 | MM |
| | - цементно- | песчаная стяжка | 40 | MM |
| 14. Наружные стены: | - облицовоч | ный кирпич | 100 | MM |
| | - утеплител | Ь | 120 | MM |
| | - газобетон | D400 | 400 | MM |
| | - штукатури | (a | 20 | MM |
| 15. Перегородки: | - штукатури | (a | 10 | MM |
| | - газобетон | D400 | 100 | MM |
| | - штукатури | ca | 10 | MM |
| Задание выдал: | | | | |

2. Исходные данные для проектирования

Задание получил студент:

(Фамилия И.О.)

(должность, Фамилия И.О.)

(подпись)

| TA U | U | v | |
|------------|------------------|-----------------|-------------|
| Казанскии | государственный | энергетический | университет |
| masanennin | rocygaperbennbin | sheprern reekin | Jumbepenter |

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа



кгэу

Задание 18

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: a) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| Функциональное назна | 1. Функциональное назначение здания: | | |
|--|--------------------------------------|---------------------------|-----------|
| 2. Шаг колонн вдоль буквенных осей, мм | | 5500 | |
| 3. Шаг колонн вдоль цифровых осей, мм | | 5500 | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | буквенных осей | 6 | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | цифровых осей | 3 | |
| 6. Кол-во этажей | | 3 | |
| 6. Высота этажа, мм | | 3100 | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 250x500 | |
| 8. Класс бетона | | B30 | |
| 9. Класс арматуры | | A400C | |
| 10. Город строительства | | Ижевск | |
| 11. Тип местности | | С | |
| 12. Конструкция пола: | - керамическая п. | питка | 11 мм |
| | плиточный клей | Í | 10 мм |
| | - цементно-песча | цементно-песчаная стяжка | |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэласт ПЛА | МЯ СТОП | 5 мм |
| | праймер битуми | ный | |
| | - хризотилцемент | тные пресс. плоские листы | 10 мм |
| | - плиты из XPS Т | ехнониколь CARBON PROF | 150 мм |
| | - технобарьер | | 5 мм |
| | - цементно-песча | ная стяжка | 50 мм |
| 14. Наружные стены: | - облицовочный и | кирпич | 90 мм |
| | - утеплитель | | 100 мм |
| | поризованный н | сирпич 2.1 НФ Кетра | 380 мм |
| | - штукатурка | | 10 мм |
| 15. Перегородки: | - штукатурка | | 10 мм |
| | - поризованный н | сирпич 2.1 НФ Кетра | 120 мм |
| | - штукатурка | | 10 мм |
| | | | |
| Задание выдал: | · · · | | |
| | (должность, Фамил | ия И.О.) | (подпись) |
| 20 TOTHE DOTUME OF TOTAL | | | |
| залание получил стулент. | | | |

(Фамилия И.О.)

2. Исходные данные для проектирования

Институт атомной и тепловой энергетики

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа



Задание 19

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| | 2. пеходиыс | damble din npockinpobam | |
|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------|
| 1. Функциональное назна | чение здания: | АБК | |
| 2. Шаг колонн вдоль букв | енных осей, мм | 5500 | |
| 3. Шаг колонн вдоль цифровых осей, мм | | 6000 | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | буквенных осей | 4 | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | цифровых осей | 4 | |
| 6. Кол-во этажей | | 3 | |
| 6. Высота этажа, мм | | 3200 | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 300x300 | |
| 8. Класс бетона | | B35 | |
| 9. Класс арматуры | | A500 | |
| 10. Город строительства | | Томск | |
| 11. Тип местности | | В | |
| 12. Конструкция пола: | - керамическая пл | итка | 12 мм |
| | плиточный клей | | 10 мм |
| | - цементно-песчан | ная стяжка | 70 мм |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэласт ПЛА | МЯ СТОП | 5 мм |
| | праймер битумн | ый | |
| | - хризотилцемент | ные пресс. плоские листы | 20 мм |
| | - плиты из XPS Т | ехнониколь CARBON PROF | 120 мм |
| | - технобарьер | | 5 мм |
| | - цементно-песчан | ная стяжка | 40 мм |
| 14. Наружные стены: | облицовочный к | ирпич | 80 мм |
| | - утеплитель | | 100 мм |
| | - газобетон D400 | | 400 мм |
| | - штукатурка | | 10 мм |
| 15. Перегородки: | - штукатурка | | 20 мм |
| | - газобетон D400 | | 100 мм |
| | - штукатурка | | 20 мм |
| - | | | |
| Задание выдал: | (должность Фамил | ия И О) | (полнись) |
| | (dominioris, wamping | In 11.0.1 | (nogunos) |
| Залание получил стулент: | | | |
| ······· | (Фамилия И.О.) | | (подпись) |

2. Исходные данные для проектирования

| Казанский государственный энер | огетический университет |
|--------------------------------|-------------------------|
|--------------------------------|-------------------------|

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа

Задание 20

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: a) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| 1. Функциональное назна | чение здания: | торговый центр | |
|--|-------------------|--------------------------|-----------|
| 2. Шаг колонн вдоль буквенных осей, мм | | 6500 | |
| 3. Шаг колонн вдоль циф | ровых осей, мм | 6000 | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | буквенных осей | 4 | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | цифровых осей | 3 | |
| 6. Кол-во этажей | | 5 | |
| 6. Высота этажа, мм | | 3100 | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 500x500 | |
| 8. Класс бетона | | B30 | |
| 9. Класс арматуры | | A400 | |
| 10. Город строительства | | Сочи | |
| 11. Тип местности | | С | |
| 12. Конструкция пола: | - керамическая пл | итка | 10 мм |
| | - плиточный клей | 1 | 10 мм |
| | - цементно-песча | ная стяжка | 50 мм |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэласт ПЛА | техноэласт ПЛАМЯ СТОП | |
| | - праймер битумн | праймер битумный | |
| | - хризотилцемент | ные пресс. плоские листы | 10 мм |
| | - плиты из XPS Т | ехнониколь CARBON PROF | 140 мм |
| | - технобарьер | | 5 мм |
| | - цементно-песча | ная стяжка | 50 мм |
| 14. Наружные стены: | - облицовочный в | зирпич | 90 мм |
| | - утеплитель | | 120 мм |
| | - поризованный к | ирпич 2.1 НФ Кетра | 380 мм |
| | - штукатурка | | 20 мм |
| 15. Перегородки: | - штукатурка | | 20 мм |
| | - поризованный к | ирпич 2.1 НФ Кетра | 120 мм |
| | - штукатурка | | 20 мм |
| | | | |
| Задание выдал: | | | |
| | (должность, Фамил | ия И.О.) | (подпись) |
| | | | |
| Задание получил студент: | | | |

2. Исходные данные для проектирования

(подпись)

(Фамилия И.О.)



| 1/1 | -01/ |
|-----|------|
| KI | ЭУ |

Институт атомной и тепловой энергетики

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа



Задание 21

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| | и пелодири | damper den ubockubon | 11.71 | |
|--------------------------|--------------------|--------------------------|-----------|----|
| 1. Функциональное назнач | чение здания: | здание архива | | |
| 2. Шаг колонн вдоль букв | енных осей, мм | 6000 | | |
| 3. Шаг колонн вдоль цифр | оовых осей, мм | 5500 | | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | буквенных осей | 5 | | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | цифровых осей | 4 | | |
| 6. Кол-во этажей | | 4 | | |
| 6. Высота этажа, мм | | 3100 | | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 300x400 | | |
| 8. Класс бетона | | B30 | | |
| 9. Класс арматуры | | A400C | | |
| 10. Город строительства | | Хабаровск | | |
| 11. Тип местности | | А | | |
| 12. Конструкция пола: | - керамическая пл | итка | 8 | MM |
| | - плиточный клей | | 10 | MM |
| | - цементно-песчан | ная стяжка | 40 | MM |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэласт ПЛА | МЯ СТОП | 5 | MM |
| | - праймер битумн | ый | | |
| | - хризотилцемент | ные пресс. плоские листы | 10 | MM |
| | - плиты из XPS Т | ехнониколь CARBON PROF | 130 | MM |
| | - технобарьер | | 5 | MM |
| | - цементно-песчан | ная стяжка | 40 | MM |
| 14. Наружные стены: | - облицовочный к | ирпич | 60 | MM |
| | - утеплитель | | 100 | MM |
| | - газобетон D400 | | 400 | MM |
| | - штукатурка | | 20 | MM |
| 15. Перегородки: | - штукатурка | | 20 | MM |
| | - газобетон D400 | | 100 | MM |
| | - штукатурка | | 20 | MM |
| Задание выдал: | | | | |
| | (должность, Фамили | ия И.О.) | (подпись) | |
| Задание получил студент: | | | | |

2. Исходные данные для проектирования

(подпись)

(Фамилия И.О.)

Институт атомной и тепловой энергетики

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа

Задание 22

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| 1. Функциональное назна | чение здания: | офисный центр | |
|--------------------------|--|---------------------|---------|
| 2. Шаг колонн вдоль букн | венных осей, мм | 6500 | |
| 3. Шаг колонн вдоль циф | ровых осей, мм | 6000 | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | буквенных осей | 6 | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | цифровых осей | 4 | |
| 6. Кол-во этажей | | 5 | |
| 6. Высота этажа, мм | | 3000 | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 500x500 | |
| 8. Класс бетона | | B40 | |
| 9. Класс арматуры | | A400 | |
| 10. Город строительства | | Иркутск | |
| 11. Тип местности | | В | |
| 12. Конструкция пола: | - керамическая плитка | | 12 мм |
| | плиточный клей | | 10 мм |
| | - цементно-песчаная ст | яжка | 50 мм |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэласт ПЛАМЯ (| СТОП | 5 мм |
| | праймер битумный | | |
| | - хризотилцементные п | ресс. плоские листы | 20 мм |
| | - плиты из XPS Технон | иколь CARBON PROF | 150 мм |
| | - технобарьер | | 5 мм |
| | - цементно-песчаная ст | яжка | 40 мм |
| 14. Наружные стены: | облицовочный кирпи | Ч | 110 мм |
| | - утеплитель | | 120 мм |
| | поризованный кирпичиство с поризованный кирпичиство с поризования с поризованный кирпичиство с поризованных кирпичиство с поризованных кирпичиство с поризованных кирпичиство с поризованны | ч 2.1 НФ Кетра | 380 мм |
| | - штукатурка | | 20 мм |
| 15. Перегородки: | - штукатурка | | 10 мм |
| | поризованный кирпичиство с поризованный кирпичиство с поризования с поризованных кирпичиство с поризованны | ч 2.1 НФ Кетра | 120 мм |
| | - штукатурка | | 10 мм |
| Залание вылал. | | | |
| Sugarino Digui. | (должность, Фамилия И.О | .) (п | одпись) |

2. Исходные данные для проектирования

Задание получил студент:

(Фамилия И.О.)

(подпись)



кгэу

Институт атомной и тепловой энергетики

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа



кгэу

Задание 23

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| 1. Функциональное назна | чение здания: | жилой дом | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-----------|----|
| 2. Шаг колонн вдоль букн | венных осей, мм | 7000 | | |
| 3. Шаг колонн вдоль цифровых осей, мм | | 6000 | | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | буквенных осей | 4 | | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | цифровых осей | 4 | | |
| 6. Кол-во этажей | | 4 | | |
| 6. Высота этажа, мм | | 2900 | | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 400x400 | | |
| 8. Класс бетона | | B40 | | |
| 9. Класс арматуры | | A400 | | |
| 10. Город строительства | | Барнаул | | |
| 11. Тип местности | | \mathbf{C} | | |
| 12. Конструкция пола: | - керамическая пли | тка | 9 | MM |
| | плиточный клей | | 10 | MM |
| | - цементно-песчана | я стяжка | 70 | MM |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэласт ПЛАМ | ПОТЭ Р. | 5 | MM |
| | праймер битумны | й | | |
| | - хризотилцементни | ые пресс. плоские листы | 10 | MM |
| | - плиты из XPS Tex | нониколь CARBON PROF | 120 | MM |
| | - технобарьер | | 5 | MM |
| | - цементно-песчана | я стяжка | 40 | MM |
| 14. Наружные стены: | облицовочный киј | рпич | 120 | MM |
| | - утеплитель | | 110 | MM |
| | газобетон D400 | | 400 | MM |
| | - штукатурка | | 10 | MM |
| 15. Перегородки: | - штукатурка | | 20 | MM |
| | газобетон D400 | | 100 | MM |
| | - штукатурка | | 20 | MM |
| | | | | |
| Задание выдал: | | <u> </u> | | 6 |
| | (должность, Фамилия | И.О.) | (подпись) | |
| Запацие полущил отугант | • | | | |

2. Исходные данные для проектирования

(подпись)

(Фамилия И.О.)

| казанскии государственныи энергетическии университет | |
|---|------|
| Институт атомной и тепловой энергетики | |
| Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений" | V |
| Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" | КГЭУ |
| Группа | |
| Задание 24 | |
| для выполнения курсовой работы | |
| Студента | |

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи: -

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| 1. Функциональное назначение здания: жилой де | | жилой дом | | |
|---|---|--|-----------|---|
| 2. Шаг колонн вдоль буквенных осей, мм | | 7000 | | |
| 3. Шаг колонн вдоль цифровых осей, мм 6000 | | 6000 | | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль буквенных осей 6 | | | | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль цифровых осей | | 3 | | |
| 6. Кол-во этажей | | 3 | | |
| 6. Высота этажа, мм | | 2800 | | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 250x800 | | |
| 8. Класс бетона | | B35 | | |
| 9. Класс арматуры | | A400 | | |
| 10. Город строительства | | Ульяновск | | |
| 11. Тип местности | | С | | |
| 12. Конструкция пола: | - керамическая плитка | | 10 мм | 1 |
| | плиточный клей | | 10 мм | 1 |
| | - цементно-песчаная стя | жка | 40 мм | 1 |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэласт ПЛАМЯ С | ГОП | 5 мм | 1 |
| | праймер битумный | | | |
| | - хризотилцементные пр | есс. плоские листы | 20 мм | [|
| | - плиты из XPS Технони | аколь CARBON PROF | 140 мм |] |
| | - технобарьер | | 5 мм | [|
| | - цементно-песчаная стя | жка | 50 мм | [|
| 14. Наружные стены: | облицовочный кирпич | 6000 6 3 2800 250х800 В35 А400 Ульяновск С а 10 тляжка 40 СТОП 5 пресс. плоские листы 20 эниколь САRBON PROF 140 5 5 стяжка 50 ич 80 ич 80 110 380 ич 20 ич 10 оч 2.1 НФ Кетра 120 10 10 О.) (подпись) | 80 мм | [|
| | - утеплитель | | 110 мм | [|
| | поризованный кирпич | 2.1 НФ Кетра | 380 мм | [|
| | - штукатурка | | 20 мм | [|
| 15. Перегородки: | - штукатурка | | 10 мм | [|
| | поризованный кирпич | 2.1 НФ Кетра | 120 мм | [|
| | - штукатурка | | 10 мм | [|
| | | | | |
| Задание выдал: | - | | | |
| | (должность, Фамилия И.О.) | | (подпись) | |
| 2 | | | | |
| Задание получил студент | | | | |
| | (Фамилия И.О.) | | (подпись) | |

2. Исходные данные для проектирования

Институт атомной и тепловой энергетики

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа



.97

Задание 25

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| | 2. Исходные д | анные для проектирования | |
|--|---------------------|--------------------------|---------|
| 1. Функциональное назначение здания: АБК | | АБК | |
| 2. Шаг колонн вдоль буквенных осей, мм | | 6000 | |
| 3. Шаг колонн вдоль цифровых осей, мм | | 7000 | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль буквенных осей | | 6 | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль цифровых осей | | 3 | |
| 6. Кол-во этажей | | 5 | |
| 6. Высота этажа, мм | | 3200 | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 500x500 | |
| 8. Класс бетона | | B30 | |
| 9. Класс арматуры | | A400C | |
| 10. Город строительства | | Ижевск | |
| 11. Тип местности | | С | |
| 12. Конструкция пола: | - керамическая пли | тка | 11 мм |
| | - плиточный клей | | 10 мм |
| | - цементно-песчана | я стяжка | 60 мм |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэласт ПЛАМ | ІЯ СТОП | 5 мм |
| | - праймер битумны | й | |
| | - хризотилцементни | ые пресс. плоские листы | 20 мм |
| | - плиты из XPS Тех | кнониколь CARBON PROF | 100 мм |
| | - технобарьер | | 5 мм |
| | - цементно-песчана | я стяжка | 50 мм |
| 14. Наружные стены: | - облицовочный ки | рпич | 110 мм |
| | - утеплитель | | 120 мм |
| | - газобетон D400 | | 400 мм |
| | - штукатурка | | 10 мм |
| 15. Перегородки: | - штукатурка | | 20 мм |
| | - газобетон D400 | | 100 мм |
| | - штукатурка | | 20 мм |
| Задание выдал: | | | |
| (845) (843) | (должность, Фамилия | И.О.) (по | одпись) |
| | | | |

2. Исходные данные для проектирования

Задание получил студент:

(Фамилия И.О.)

| Казанский | государственный | энергетический | университет |
|-----------|-----------------|----------------|-------------|
| | | | |

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа

Задание 26

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР; б) ручным методом заменяющих рам.

| 1. Функциональное назначение здания: | | гостиница | |
|---|-------------------------------------|----------------------------------|---------|
| 2. Шаг колонн вдоль буквенных осей, мм | | 6000 | |
| 3. Шаг колонн вдоль цифровых осей, мм | | 7000 | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль буквенных осей | | 5 | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль цифровых осей | | 3 | |
| 6. Кол-во этажей | | 5 | |
| 6. Высота этажа, мм | | 3200 | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 250x800 | |
| 8. Класс бетона | | B35 | |
| 9. Класс арматуры | | A400C | |
| 10. Город строительства | | Калининград | |
| 11. Тип местности | | А | |
| 12. Конструкция пола: | - керамическая пли | ітка | 9 мм |
| | - плиточный клей | | 10 мм |
| | - цементно-песчана | ая стяжка | 40 мм |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэласт ПЛАМ | ЛЯ СТОП | 5 мм |
| | праймер битумнь | лй | |
| | - хризотилцементн | ые пресс. плоские листы | 10 мм |
| | - плиты из XPS Те | хнониколь CARBON PROF | 130 мм |
| | - технобарьер | | 5 мм |
| | - цементно-песчана | ая стяжка | 40 мм |
| 14. Наружные стены: | облицовочный ки | рпич | 120 мм |
| | - утеплитель | | 100 мм |
| | поризованный ки | рпич 2.1 НФ Кетра | 380 мм |
| | - штукатурка | | 10 мм |
| 15. Перегородки: | - штукатурка | | 20 мм |
| | поризованный ки | поризованный кирпич 2.1 НФ Кетра | |
| | - штукатурка | | 20 мм |
| 2 | | | |
| задание выдал: | (должность, Фамилия | я И.О.) (по | одпись) |
| | ×.1. | | |
| - | | | |

2. Исходные данные для проектирования

Задание получил студент:

(Фамилия И.О.)

(подпись)

кгэу

Институт атомной и тепловой энергетики

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа



кгэу

Задание 27

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| 1. Функциональное назначение здания: | | ия: торговый центр | | |
|--|-----------|----------------------------------|-----------|----|
| 2. Шаг колонн вдоль буквенных осей, мм | | й, мм 6000 | | |
| 3. Шаг колонн вдоль цифровых осей, мм | | і, мм 7000 | | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | буквенных | сосей 4 | | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | цифровых | осей 3 | | |
| 6. Кол-во этажей | | 4 | | |
| 6. Высота этажа, мм | | 3200 | | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 400x400 | | |
| 8. Класс бетона | | B30 | | |
| 9. Класс арматуры | | A500 | | |
| 10. Город строительства | | Воронеж | | |
| 11. Тип местности | | В | | |
| 12. Конструкция пола: | - керами | ческая плитка | 9 | MM |
| | - плиточ | ный клей | 10 | MM |
| | - цемент | по-песчаная стяжка | 30 | MM |
| 13. Конструкция кровли: | - техноэ | ласт ПЛАМЯ СТОП | 5 | MM |
| | - прайме | ер битумный | | |
| | - хризот | илцементные пресс. плоские листы | 20 | MM |
| | - плиты | из XPS Технониколь CARBON PROF | 150 | MM |
| | - техноб | арьер | 5 | MM |
| | - цемент | гно-песчаная стяжка | 40 | MM |
| 14. Наружные стены: | - облицо | овочный кирпич | 100 | MM |
| | - утепли | тель | 120 | MM |
| | - газобет | гон D400 | 400 | MM |
| | - штукат | гурка | 20 | MM |
| 15. Перегородки: | - штукат | гурка | 10 | MM |
| | - газобет | гон D400 | 100 | MM |
| | - штукат | гурка | 10 | MM |
| | | | | |
| Задание выдал: | | | | |
| | (должно | сть, Фамилия И.О.) | (подпись) | |

2. Исходные данные для проектирования

Задание получил студент:

(Фамилия И.О.)
Институт атомной и тепловой энергетики

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа

Задание 28

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР; б) ручным методом заменяющих рам.

2. Исходные данные для проектирования

| 1. Функциональное назначение здания: | | ие здания: жилой дом | |
|---|----|--|--------|
| 2. Шаг колонн вдоль буквенных осей, мм | | ных осей, мм 5500 | |
| 3. Шаг колонн вдоль цифровых осей, мм | | ных осей, мм 7000 | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль буквенных осей | | квенных осей 4 | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль | ци | фровых осей 3 | |
| 6. Кол-во этажей | | 4 | |
| 6. Высота этажа, мм | | 3000 | |
| 7. Сечение колонны, мм | | 500x500 | |
| 8. Класс бетона | | B35 | |
| 9. Класс арматуры | | A400 | |
| 10. Город строительства | | Уфа | |
| 11. Тип местности | | В | |
| 12. Конструкция пола: | - | керамическая плитка | 8 мм |
| | - | плиточный клей | 10 мм |
| | - | цементно-песчаная стяжка | 40 мм |
| 13. Конструкция кровли: | - | техноэласт ПЛАМЯ СТОП | 5 мм |
| | - | праймер битумный | |
| | - | хризотилцементные пресс. плоские листы | 10 мм |
| | - | плиты из XPS Технониколь CARBON PROF | 120 мм |
| | - | технобарьер | 5 мм |
| | - | цементно-песчаная стяжка | 50 мм |
| 14. Наружные стены: | - | облицовочный кирпич | 90 мм |
| | - | утеплитель | 120 мм |
| | - | поризованный кирпич 2.1 НФ Кетра | 380 мм |
| | - | штукатурка | 20 мм |
| 15. Перегородки: | - | штукатурка | 20 мм |
| | - | поризованный кирпич 2.1 НФ Кетра | 120 мм |
| | - | штукатурка | 20 мм |
| Задание выдал: | | | |

Задание получил студент:

(Фамилия И.О.)

(должность, Фамилия И.О.)

(подпись)

(подпись)

Казанский государственный энергетический университет

Институт атомной и тепловой энергетики

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений"

Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений" Группа



кгэу

Задание 29

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| 1.4 | | | - I | | |
|--|-------------|-------------------------------|------------|-----|----|
| 1. Функциональное назначение здания: | | | овыи центр | | |
| 2. Шаг колонн вдоль букв | ых осей, мм | 7000 | | | |
| 3. Шаг колонн вдоль цифр | ых осей, мм | 7000 | | | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль | венных осей | 6 | | | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль цифровых осей | | ровых осей | 4 | | |
| 6. Кол-во этажей | | | 5 | | |
| 6. Высота этажа, мм | | | 3000 | | |
| 7. Сечение колонны, мм | | : | 500x500 | | |
| 8. Класс бетона | | | B30 | | |
| 9. Класс арматуры | | | A500 | | |
| 10. Город строительства | | | Томск | | |
| 11. Тип местности | | | А | | |
| 12. Конструкция пола: | - | керамическая плитка | | 10 | MM |
| | - | плиточный клей | | 10 | MM |
| | - | цементно-песчаная стяжка | | 70 | MM |
| 13. Конструкция кровли: | - | техноэласт ПЛАМЯ СТОП | | 5 | ММ |
| | - | праймер битумный | | | |
| | - | хризотилцементные пресс. плос | жие листы | 20 | MM |
| | - | плиты из XPS Технониколь СА | RBON PROF | 100 | MM |
| | - | технобарьер | | 5 | MM |
| | - | цементно-песчаная стяжка | | 40 | MM |
| 14. Наружные стены: | - | облицовочный кирпич | | 120 | MM |
| | - | утеплитель | | 110 | MM |
| | - | газобетон D400 | | 400 | MM |
| | - | штукатурка | | 20 | MM |
| 15. Перегородки: | - | штукатурка | | 20 | MM |
| | - | газобетон D400 | | 100 | MM |
| | - | штукатурка | | 20 | MM |
| | | | | | |

2. Исходные данные для проектирования

Задание выдал:

(должность, Фамилия И.О.)

(подпись)

Задание получил студент:

(Фамилия И.О.)

(подпись)

Казанский государственный энергетический университет

Институт атомной и тепловой энергетики

Кафедра "Энергообеспечение предприятий, строительство зданий и сооружений" Направленность "Проектирование, эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений"

гаправленность "проектирование, эксплуатация и реконструкция здании и сооружен Группа

Задание 30

для выполнения курсовой работы

Студента

(Ф.И.О. студента)

Дата выдачи: Срок сдачи:

1. Тема: "Проектирование железобетонного монолитного каркаса с плоскими перекрытиями" Задание на проектирование:

Разработать проект железобетонных конструкций здания, состоящий из пояснительной записки и графической части. Расчёт несущих элементов выполнить двумя способами: а) автоматизированно с помощью ПК ЛИРА-САПР ; б) ручным методом заменяющих рам.

| | 2. Исходные данные для проектирования | | | | | |
|---|---------------------------------------|--------------------------|---------------|-----|----|--|
| 1. Функциональное назначение здания: | | | офисный центр | | | |
| 2. Шаг колонн вдоль буквенных осей, мм | | | 6000 | | | |
| 3. Шаг колонн вдоль цифровых осей, мм | | | 6500 | | | |
| 4. Кол-во пролётов вдоль буквенных осей | | | 5 | | | |
| 5. Кол-во пролётов вдоль цифровых осей | | рровых осей | 4 | | | |
| 6. Кол-во этажей | | | 5 | | | |
| 6. Высота этажа, мм | | | 3000 | | | |
| 7. Сечение колонны, мм | | | 400x400 | | | |
| 8. Класс бетона | | | B35 | | | |
| 9. Класс арматуры | | | A400 | | | |
| 10. Город строительства | | | Курск | | | |
| 11. Тип местности | | | С | | | |
| 12. Конструкция пола: | - | керамическая плитка | | 9 | MM | |
| | - | плиточный клей | | 10 | MM | |
| | - | цементно-песчаная стяжка | L | 80 | MM | |
| 13. Конструкция кровли: | - | техноэласт ПЛАМЯ СТОГ | I | 5 | MM | |
| | - | праймер битумный | | | | |
| | - | хризотилцементные пресс. | плоские листы | 20 | MM | |
| | - | плиты из XPS Техноникол | ь CARBON PROF | 140 | MM | |
| | • | технобарьер | | 5 | MM | |
| | - | цементно-песчаная стяжка | | 40 | MM | |
| 14. Наружные стены: | - | облицовочный кирпич | | 60 | MM | |
| | ÷ | утеплитель | | 120 | ММ | |
| | - | поризованный кирпич 2.1 | НФ Кетра | 380 | MM | |
| | - | штукатурка | | 10 | MM | |
| 15. Перегородки: | - | штукатурка | | 20 | MM | |
| | - | поризованный кирпич 2.1 | НФ Кетра | 120 | MM | |
| | - | штукатурка | | 20 | MM | |
| | | | | | | |

Задание выдал:

(должность, Фамилия И.О.)

(подпись)

Задание получил студент:

(Фамилия И.О.)

(подпись)





СОДЕРЖАНИЕ

| Введение | 3 |
|---|----|
| 1. Исходные данные для проектирования | 4 |
| 2. Компановка несущей системы | 6 |
| Создание и настройка нового проекта | 6 |
| Построение вертикальных несущих элементов | 13 |
| Построение лестничной клетки | 20 |
| Построение плиты перекрытия первого этажа | 23 |
| Создание этажей | 25 |
| 3. Сбор нагрузок | 29 |
| Постоянные нагрузки на плиты | 29 |
| Временные нагрузки | 31 |
| Снеговая нагрузка | 32 |
| Ветровая нагрузка | 35 |
| Создание загружений в ПК САПФИР | 35 |
| 4. Расчётные сочетания нагрузок и усилий | 47 |
| 5. Корректировка материалов | 53 |
| 6. Расчёт несущего каркаса в ПК ЛИРА-САПР | 62 |
| 7. Результаты расчёта | 69 |
| Проверка деформаций плиты перекрытия | 69 |
| Результаты расчёта колонн | 70 |
| Результаты расчёта плиты перекрытия | 73 |
| Заключение | 79 |
| Библиографический список | 80 |
| Приложение А | 81 |

Учебное издание

Шарафутдинов Линар Альфредович, Радайкин Олег Валерьевич

РАСЧЁТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО МОНОЛИТНОГО КАРКАСА С ПЛОСКИМИ ПЕРЕКРЫТИЯМИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Учебно-методическое пособие

Кафедра энергообеспечения предприятий, строительства зданий и сооружений КГЭУ

Редактор С. Н. Чемоданова Компьютерная верстка Т. И. Лунченковой

Подписано в печать 14.04.2025. Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 6,51. Уч.-изд. л. 1,50. Заказ № 578/эл.

Редакционно-издательский отдел КГЭУ, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51