

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Факультет кадастра и строительства  
Сысоев О.Е.  
«23» 06 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Анализ расчётных моделей зданий и сооружений»

Специальность	08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений
Специализация	Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений
Квалификация выпускника	Специалист
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	6	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Строительство и архитектура»

Разработчик рабочей программы:

Доцент кафедры «Системы автоматизированного проектирования», кандидат технических наук, доцент

(должность, степень, ученое звание)



(подпись)

Ю.Н.Чудинов

(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы «Строительство уникальных зданий и сооружений»



(подпись)

Ю.Н.Чудинов

(ФИО)

Заведующий выпускающей кафедрой «Строительство и архитектура»



(подпись)

О.Е. Сысоев

(ФИО)

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Анализ расчётных моделей зданий и сооружений» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации ФГОС ВО, утвержденный приказом Минобрнауки России от 31.05.2017 № 483, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений» по специальности «08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 10.003 «СПЕЦИАЛИСТ В ОБЛАСТИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ».

Обобщенная трудовая функция: В Разработка проектной продукции по результатам инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности.

ТД-5 Расчетный анализ и оценка технических решений строящихся, реконструируемых, эксплуатируемых, сносимых объектов капитального строительства, включая сети и системы инженерно-технического обеспечения и коммунальной инфраструктуры, на соответствие установленным требованиям качества и характеристикам безопасности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности, НУ-5 Моделировать расчетные схемы, действующие нагрузки, иные свойства элементов проектируемого объекта и его взаимодействия с окружающей средой с соблюдением установленных требований для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности, НЗ-4 Методы, приемы и средства численного анализа, НЗ-6 Методы математической обработки данных.

Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изучение системы нормирования внешних воздействий в градостроительной деятельности;</li> <li>- приобретение навыков и умений выбора математических моделей, полноценно отображающих основные свойства реального физического объектов;</li> <li>- приобретение навыков создания в современных программных комплексах корректных моделей строительных конструкций и анализа результатов расчета;</li> <li>- приобретение навыков и умений расчета строительных конструкций и их элементов в современных программных комплексах, основанных на методе конечных элементов;</li> <li>- приобретение навыков и умений моделирования свойств элементов объекта и его взаимодействия с окружающей средой</li> </ul>
Основные разделы / темы дисциплины	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчетные схемы многоэтажных каркасных зданий</li> <li>2. Расчетные схемы одноэтажных промышленных зданий</li> <li>3. Расчетные схемы зданий и сооружений с учетом совместной работы с основанием</li> </ol>

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Анализ расчётных моделей зданий и сооружений» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
<p>ПК-2 Способен разрабатывать проектную продукцию по результатам инженерно-технического проектирования высотных зданий и большепролетных сооружений</p>	<p>ПК-2.1 Знает руководящие документы по разработке и оформлению технической документации высотных зданий и большепролетных сооружений, а также системы и методы проектирования, создания и эксплуатации объектов капитального строительства, инженерных систем, применяемых материалов, изделий и конструкций, оборудования и технологических линий</p> <p>ПК-2.2 Умеет находить, анализировать и исследовать информацию, необходимую для разработки и оформления проектных решений по объектам инженерно-технического проектирования, а также разрабатывать решения для формирования проектной продукции инженерно-технического проектирования высотных зданий и большепролетных сооружений</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками расчетного анализа и оценки технических решений строящихся, реконструируемых, эксплуатируемых, сносимых объектов капитального строительства, на соответствие установленным требованиям качества и характеристикам безопасности для производства работ по инженерно-техническому проектированию высотных зданий и большепролетных сооружений, а также навыками определения параметров имитационного информаци-</p>	<p>Знать систему нормирования внешних воздействий в градостроительной деятельности;</p> <p>Уметь выполнять математическое моделирование строительных конструкций с использованием специализированных программ;</p> <p>Владеть навыками и умениями выбора математических моделей, полноценно отображающих основные свойства реального физического объектов;</p> <p>Владеть практическими навыками моделирования свойств элементов объекта и его взаимодействия с окружающей средой</p>

	онного моделирования, численного анализа для производства работ по инженерно-техническому проектированию высотных зданий и большепролетных сооружений	
--	---	--

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Анализ расчётных моделей зданий и сооружений» изучается на 3 курсе, 6 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Информационные технологии в строительстве», «Экономика», «Архитектура», «Водоснабжение и водоотведение», «Теплогазоснабжение и вентиляция», «Архитектура промышленных зданий», «Управление инновационными проектами», «Железобетонные и каменные конструкции», «Конструкции из дерева и пластмасс», «Металлические конструкции», «Технология строительных процессов», «Экологическая безопасность», «Электроснабжение», «Основания и фундаменты», «Проектирование железобетонных конструкций промышленных зданий».

Дисциплина «Анализ расчётных моделей зданий и сооружений» частично реализуется в форме практической подготовки.

Дисциплина «Анализ расчётных моделей зданий и сооружений» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, уважения к правам и свободам человека, знания правовых основ и законов, воспитание чувства ответственности или умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

### 4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 з.е., 144 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	144

<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	48
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками), в том числе в форме практической подготовки:	16
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), в том числе в форме практической подготовки:	32
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	96
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой	0

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Раздел 1 Расчетные схемы многоэтажных каркасных зданий</b>				
Конструктивные решения многоэтажных каркасных зданий. Связевые, рамные, рамно-связевые системы. Нагрузки и воздействия, действующие на многоэтажные каркасные здания. Математические модели основных несущих элементов многоэтажных каркасных зданий. Пространственные расчетные схемы. Плоские расчетные схемы. Статический расчет плоской рамы каркасного здания.	8			30
Лабораторная работа «Статический расчет многоэтажной рамы каркасного здания в ПК Лира-САПР»			2	
Лабораторная работа «Статический расчет рамы типового этажа каркасного здания в ПК			2	

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Лира-САПР»				
Лабораторная работа «Статический расчет рамы подвального этажа каркасного здания в ПК Лира-САПР»			2	
Лабораторная работа «Статический расчет рамы подвального этажа каркасного здания в программе MathCAD»			2	
<b>Раздел 2 Расчетные схемы одноэтажных промышленных зданий</b>				
Объемно-планировочные и конструктивные решения одноэтажных промышленных зданий. Нагрузки и воздействия, действующие на одноэтажные промышленные здания. Основные расчетные схемы одноэтажных промышленных зданий. Разработка математической модели одноэтажного промышленного здания в ПК «Лира-САПР». Моделирование двухветвевых колонн. Статический расчет плоской рамы.	4			30
Лабораторная работа «Создание геометрической модели одноэтажного промышленного здания в ПК «Лира-САПР»			2	
Лабораторная работа «Сбор нагрузок, действующих на раму одноэтажного промышленного здания в ПК «Лира-САПР»			4	
Лабораторная работа «Статический рамы одноэтажного промышленного здания в ПК Ли-ра-САПР»			2	
Лабораторная работа «Статический рамы одноэтажного промышленного здания в программе MathCAD»			4	
Лабораторная работа «Анализ результатов статического рамы одноэтажного промышленного здания»			4	
<b>Раздел 3 Расчетные схемы зданий и сооружений с учетом совместной работы с основанием</b>				
Классификация расчетных схем зданий и сооружений в зависимости от способа учета податливости основания. Основные расчетные модели оснований. Алгоритм расчета зданий и сооружений с учетом совместной работы с основанием в ПК «Лира-САПР». Основные типы конечных элементов в ПК «Лира-САПР», модели-	4			36

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
рующие работу грунта.				
Лабораторная работа «Определение расчетного сопротивления грунта в программе MathCAD»			2	
Лабораторная работа «Создание трехмерной модели грунта в модуле «Грунт» ПК «ЛириСАПР»			2	
Лабораторная работа «Расчет в ПК «ЛириСАПР» плоской рамы с учетом податливости основания»			2	
Лабораторная работа «Расчет в ПК «ЛириСАПР» фундаментной плиты»			2	
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>16</b>		<b>32</b>	<b>96</b>
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине – зачет с оценкой</b>				

## 6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	40
Подготовка к занятиям семинарского типа	20
Подготовка и оформление РГР	36
	96

## 7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.



## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1.Основная литература**

1. Дарков, А.В. Строительная механика: учебник для вузов / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. - 9-е изд., испр. - СПб.: Лань, 2004. - 655с. чз-1экз аб-23экз
2. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений: учебник для вузов / А. Ф. Смирнов, А. В. Александров, Б. Я. Лашеников, Н. Н. Шапошников. - М.: Стройиздат, 1984. - 416с.: ил.
3. Шакирзянов Р.А. Динамика и устойчивость сооружений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.А. Шакирзянов, Ф.Р. Шакирзянов. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 120 с. — 978-5-7829-0382-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73304.html>
4. Байков, В.Н. Железобетонные конструкции: Общий курс : учебник для вузов / В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов. - 6-е изд., репринт. - М.: Бастет, 2013; 2009. - 768с.

### **8.2.Дополнительная литература**

1. Перельмутер, А.В. Расчётные модели сооружений и возможность их анализа / А. В. Перельмутер. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во СКАД СОФТ: Изд-во АСВ: ДМК Пресс, 2011. - 709с.
3. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / В. Н. Гордеев, А. И. Лантух-Лященко, В. А. Пашинский и др. - М.: Изд-во СКАД СОФТ: Изд-во АСВ: ДМК Пресс, 2011. - 514с.: ил.

### **8.3.Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

1. Расчет строительных стержневых конструкций в ПК «ЛИРА-САПР 2011» : учеб. пособие / Ю. Н. Чудинов. – Комсомольск-на-Амуре : ФБГОУ ВПО «КНАГУ», 2013. – 88 с.
2. Проектирование железобетонных плит с применением ПК «Лира-САПР»: учеб. пособие / Ю. Н. Чудинов. – Комсомольск-на-Амуре : ФБГОУ ВПО «КНАГУ», 2021. – 96 с.
3. Проектирование неразрезного ригеля железобетонного каркасного здания с применением ПК «Лира-САПР» / Ю. Н. Чудинов. – Комсомольск-на-Амуре : ФБГОУ ВПО «КНАГУ», 2021. – 102 с.

### **8.4.Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

- 1 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM. Договор ЕП 44 № 003/10 эбс ИКЗ 191272700076927030100100120016311000 от 17 апреля 2019 г.
- 2 Электронно-библиотечная система IPRbooks. Лицензионный договор № ЕП44 № 001/9 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 191272700076927030100100090016311000 от 27 марта 2019г.
- 3 Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU. Договор № ЕП 44 № 004/13 на оказание услуг доступа к электронным изданиям ИКЗ 191272700076927030100100150016311000 от 15 апреля 2019 г.

### 8.5. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля) «Интернет»

1. «Кодекс»: Сайт компании профессиональных справочных систем. Система Нормативно-Технической Информации «Кодекстехэксперт». Режим доступа (<http://www.cntd.ru>), свободный
2. КонсультантПлюс : Справочно-правовая система /Сайт компании справочной правовой системы «КонсультантПлюс». Режим доступа свободный.
3. «Лира-Сапр»: Сайт компании разработчика САПР для строительства ООО «Ли-ра-САПР». База знаний. Режим доступа свободный. <https://help.liraland.ru/>
4. Материалы вебинара «Проектирование строительных конструкций с применением программ семейства ЛИРА-САПР 2015», 29 мая 2015 г. Организаторы – КнАГТУ (Комсомольск-на-Амуре) и ООО «Ли-ра-САПР» (Киев), часть 1: <https://www.youtube.com/watch?v=7qj1K0RA-No>
5. Материалы вебинара «Проектирование строительных конструкций с применением программ семейства ЛИРА-САПР 2015», 29 мая 2015 г. Организаторы – КнАГТУ (Комсомольск-на-Амуре) и ООО «Ли-ра-САПР» (Киев), часть 2: <https://www.youtube.com/watch?v=RRvpsxgvZsQ>

### 8.6. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 7 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>
Программный комплекс ЛИРА-САПР, МОНОМАХ-САПР, ЭСПРИ, САПФИР (Студенческий комплект программ-4)	Сублицензионный договор № 1295/А от 10.01.2012 Сублицензионный договор ЕП44/65 от 01.11.2016, лицензионные ключи
ПК STARK ES, ПК ПРУСК 2.0, ПК Металл, ПК СпИн 2.4, ПК Одиссей	Соглашение о сотрудничестве, лицензионный сертификат № 061598 от 01.11.2016, сублицензионный договор ЕП44/65

## 9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

## **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

## **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

## **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

## **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;

- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиболее важному средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

## 9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## 10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### 10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
423/3	Лаборатория кафедры САПР	13 Персональных ЭВМ (intel Core i3 2100, 4ГБ ОЗУ, 1ГБ Видео), лицензионное программное обеспечение (MathCAD, NanoCAD)

		СПДС, NanoCAD Металлоконструкции, Лира-САПР, САПФИР, Мономах, ЭСПРИ, STARK ES, Гранд-Смета); Персональный ЭВМ преподавателя; Мультимедийный проектора;
--	--	--

## 10.2 Технические и электронные средства обучения

### Лабораторные занятия.

Для лабораторных занятий используется аудитория № 423/3, оснащенная оборудованием, указанным в табл. 8:

### Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- читальный зал НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 325 корпус № 3).

## 11 Иные сведения

### Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);

- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);

- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

### «Анализ расчётных моделей зданий и сооружений»

Специальность	08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений
Специализация	Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений
Квалификация выпускника	Специалист
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	6	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Строительство и архитектура»

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
<p>ПК-2 Способен разрабатывать проектную продукцию по результатам инженерно-технического проектирования высотных зданий и большепролетных сооружений</p>	<p>ПК-2.1 Знает руководящие документы по разработке и оформлению технической документации высотных зданий и большепролетных сооружений, а также системы и методы проектирования, создания и эксплуатации объектов капитального строительства, инженерных систем, применяемых материалов, изделий и конструкций, оборудования и технологических линий</p> <p>ПК-2.2 Умеет находить, анализировать и исследовать информацию, необходимую для разработки и оформления проектных решений по объектам инженерно-технического проектирования, а также разрабатывать решения для формирования проектной продукции инженерно-технического проектирования высотных зданий и большепролетных сооружений</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками расчетного анализа и оценки технических решений строящихся, реконструируемых, эксплуатируемых, сносимых объектов капитального строительства, на соответствие установленным требованиям качества и характеристикам безопасности для производства работ по инженерно-техническому проектированию высотных зданий и большепролетных сооружений, а также навыками определения параметров имитационного информационного моделирования, численного анализа для производства работ по инженерно-техническому проектированию</p>	<p>Знать систему нормирования внешних воздействий в градостроительной деятельности;</p> <p>Уметь выполнять математическое моделирование строительных конструкций с использованием специализированных программ;</p> <p>Владеть навыками и умениями выбора математических моделей, полноценно отображающих основные свойства реального физического объектов;</p> <p>Владеть практическими навыками моделирования свойств элементов объекта и его взаимодействия с окружающей средой</p>



Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
1. Расчетные схемы многоэтажных каркасных зданий	ПК-2	Выполнение и защита лабораторных работ	Демонстрирует теоретические знания вопросов формирования расчетных схем многоэтажных каркасных зданий, умения и навыки выбора математических моделей, полноценно отображающих основные свойства реального физического объектов, умения и навыки выполнения аналитических и численных расчетов
2. Расчетные схемы одноэтажных промышленных зданий	ПК-2	Выполнение и защита лабораторных работ	Демонстрирует теоретические знания вопросов формирования расчетных схем одноэтажных промышленных зданий, умения и навыки выбора математических моделей, полноценно отображающих основные свойства реального физического объектов, умения и навыки выполнения аналитических и численных расчетов
3. Расчетные схемы зданий и сооружений с учетом совместной работы с основанием	ПК-2	Выполнение и защита лабораторных работ	Демонстрирует теоретические знания по расчету зданий и сооружений, умения и навыки выполнять аналитические и численные расчеты в современных программных комплексах, основанных на методе конечных элементов с учетом взаимодействия с окружающей средой
	ПК-2	РГР «Проектирование неразрезного ригеля железобетонного	Демонстрирует теоретические знания по статическому расчету элементов каркасных зданий, умения

		каркасного здания »	и навыки выполнять аналитические и численные расчеты в современных программных комплексах, основанных на методе конечных элементов
Промежуточная аттестация	ПК-2	Теоретические вопросы, Практические задания	Демонстрирует теоретические знания в области проектирования зданий и сооружений, навыки и умения выбора математических моделей, полноценно отображающих основные свойства реального физического объектов; навыки и умения моделирования свойств элементов объекта и его взаимодействия с окружающей средой

**2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций**

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
<b>6 семестр</b>				
<b>Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»</b>				
1	Выполнение и защита лабораторных работ	8 недель	10 баллов	<p><i>10 баллов – студент показал отличные знания и кругозор при ответах на вопросы, показал отличное умение логически строить ответ, отлично владел монологической речью.</i></p> <p><i>8 балла – студент показал хорошие знания и кругозор при ответах на вопросы, показал хорошее умение логически строить ответ, хорошо владел монологической речью.</i></p> <p><i>6 балла – студент показал удовлетворительные знания и кругозор при ответах на вопросы, удовлетворительно показал умение логически строить ответ, удовлетворительно владел монологической речью.</i></p> <p><i>4 балла - студент показал неудовлетво-</i></p>

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				<i>рительные знания и кругозор при ответах на вопросы, неудовлетворительно логически строил ответ, неудовлетворительно владел монологической речью. 0 баллов – студент не отвечал на поставленные вопросы, не мог логически строить ответ.</i>
2	Выполнение и защита лабораторных работ	16 недель	10 баллов	<i>10 баллов - 91-100% правильных ответов – высокий уровень знаний, умений и навыков; 6 баллов - 71-90% % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний, умений и навыков; 4 баллов - 61-70% правильных ответов – средний уровень знаний, умений и навыков; 2 балла - 51-60% правильных ответов – низкий уровень знаний, умений и навыков; 0 баллов - 0-50% правильных ответов – очень низкий уровень знаний, умений и навыков;</i>
3	Расчетно-графическая работа	В течение семестра	30 баллов	<i>40 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 30 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, допущены одна или две неточности, есть недостатки в оформлении. 20 баллов - Студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления имеет недостаточный уровень. 0 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также не способен пояснить полученный результат.</i>
	ИТОГО:	-	50 баллов	-
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b> Пороговый (минимальный) уровень для аттестации в форме зачета – 75 % от максимально возможной суммы баллов				
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>				

Наименование оценочного среднего	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);			
65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);			
75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);			
85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)			

### Расчетно-графическая работа «Проектирование неразрезного ригеля железобетонного каркасного здания»

РГР «Расчет неразрезного ригеля с применением ПК Лира-САПР» выполняется по исходным данным курсового проекта №1 по дисциплине «Железобетонные и каменные конструкции».

Ниже на рис. 1 приведена расчетная схема типового этажа для двух конструктивных схем (полный и неполный каркасы).

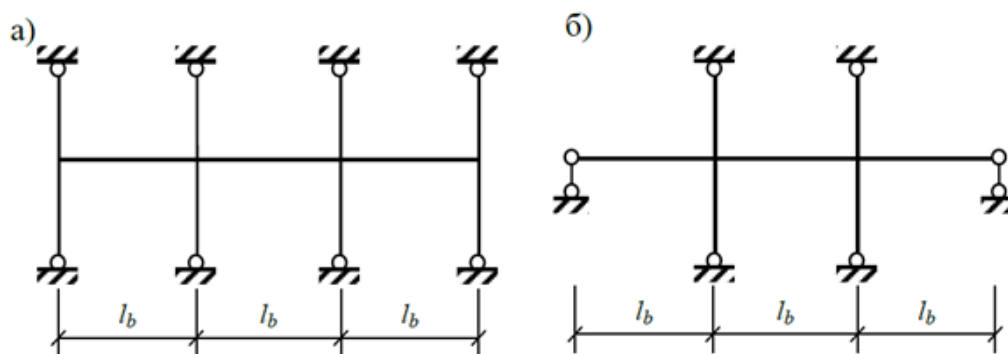


Рис. 1. Расчетная схема рамы с полным каркасом (а) и неполным каркасом (б)

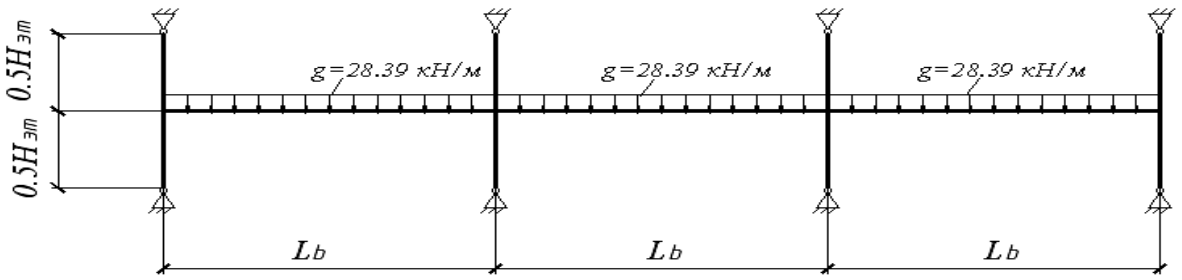
Исходными данными для расчета являются

- пролет рамы (длина ригеля)  $L_b$ ;
- высота этажа (длина колонны)  $H_{эт}$ ;
- сечение колонны  $h_c$  и  $b_c$ ;
- сечение ригеля  $b_b$  и  $h_b$ ;
- класс бетона ригеля и колонны;
- класс рабочей продольной арматуры ригеля;
- расстояние от грани ригеля до центра тяжести нижней арматуры, верхней арматуры (ригель армируется плоскими каркасами с однорядным расположением верхней арматуры и двухрядным расположением нижней арматуры).

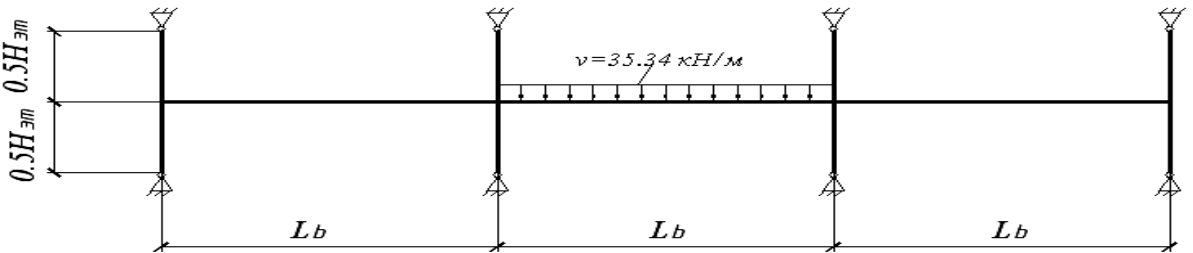
На раму действует постоянная равномерно-распределенная нагрузка  $g = 28.39$  кН/м, приложенная во всех трех пролетах (рис. 2, а).

Равномерно-распределенная временная нагрузка  $v = 35.34$  кН/м, может действовать по трем различным схемам (рис. 2, б, в, г).

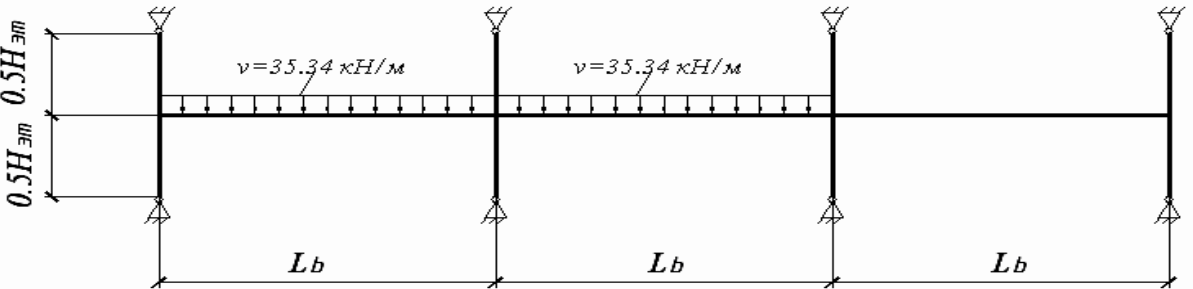
а)



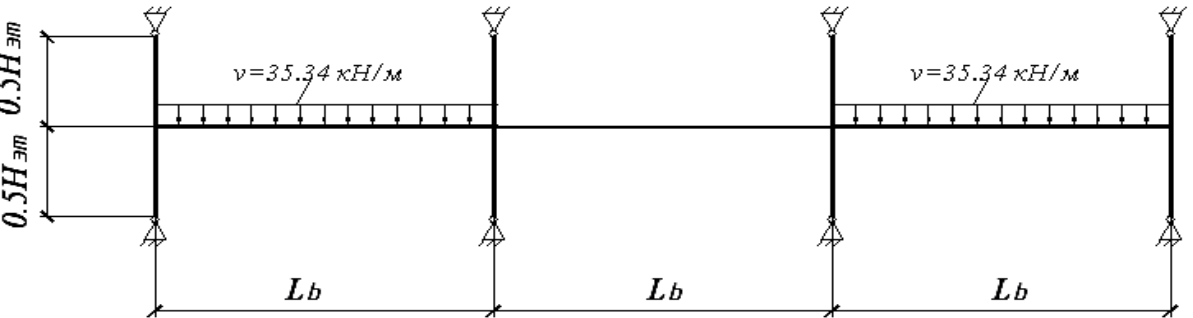
б)



в)



г)



д)

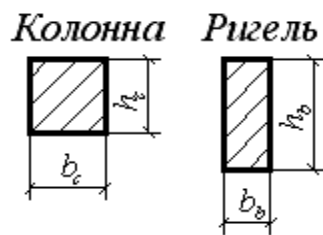


Рис. 2. Схемы рамы:

а – первый вариант загрузки; б – второй вариант загрузки; в – третий вариант загрузки; г – четвертый вариант загрузки; д – сечения элементов

В рамках выполнения РГР «Расчет неразрезного ригеля с применением ПК Лири-САПР» студенты должны решить следующие задачи:

- Статический расчет рамы (определение внутренних усилий в элементах рамы от отдельных усилий) с применением ПК «Лири-САПР»
- Определение расчетных сочетаний усилий (с помощью РСУ и РСН) с применением ПК «Лири-САПР»
- Анализ результатов статического расчета рамы (сравнение с результатами расчетов методом перемещений [4])
- Конструктивный расчет неразрезного ригеля (подбор сечения продольной рабочей арматуры) с применением ПК «Лири-САПР»
- Конструктивный расчет неразрезного ригеля (подбор сечения продольной рабочей арматуры) с применением программы «MathCAD»
- Анализ результатов подбора арматуры (сравнение результатами расчетов в ПК «Лири-САПР», программе «MathCAD», а также [4]).
- Конструктивный расчет неразрезного ригеля (проверка несущей способности принятого армирования ригеля) с применением ПК «Лири-САПР»
- Конструктивный расчет неразрезного ригеля (проверка несущей способности принятого армирования ригеля) с применением программы «MathCAD»
- Анализ результатов проверки несущей способности арматуры (сравнение результатами расчетов в ПК «Лири-САПР», программе «MathCAD», а также [4]).

Результаты расчетов в ПК «Лири-САПР» должны быть перенесены в программу «MathCAD» и оформлены, согласно образцу выполнения РГР, приведенном в приложении.

## ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

### 1. Результаты статического расчета рамы типового этажа по РСН и РСУ с применением ПК «Лира-САПР»

Расчетные сочетания нагрузок

Номер таблицы РСН: 1    Имя таблицы РСН: СП 20.13330.2016\_1

Определяющие РСН     Динамика по абсолютному значению

СП 20.13330.2016     Не учитывать сейсмику для II-го ПС     Не учитывать особое загруз. для II-го ПС

	N загруз.	Наименование	Знакоперем.	Взаимоискл.	Козф. надежн.	Доля длительн.	РСН1	РСН2	РСН3
1	1	Постоянное	+		1.0	1.0	1	1	1
2	2	Кратковременное 1	+	1	1.2	1.0	1	0	0
3	3	Кратковременное 2	+	1	1.2	0.35	0	1	0
4	4	Кратковременное 3	+	1	1.2	0.35	0	0	1

Основное сочетание:  $P^d + \psi_{11} \cdot P_{11}^d + \sum_{i=2}^n \psi_{1i} \cdot P_{1i}^d + \psi_{11} \cdot P_{11}^d + \psi_{12} \cdot P_{12}^d + \sum_{j=3}^n \psi_{1j} \cdot P_{1j}^d$

Особое сочетание: Коэффициенты

Добавить

Рис. 6. Таблица задания РСН

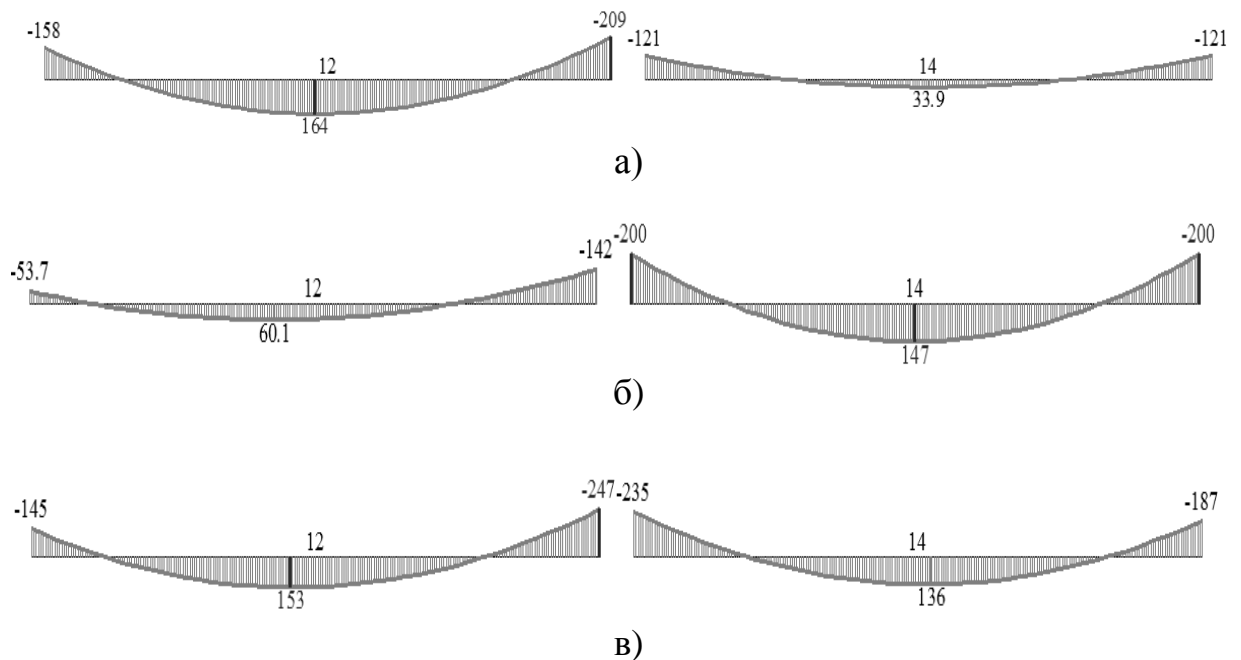


Рис. 7. Эпюры изгибающих моментов от комбинаций загрузжений: а – РСН1 (1+2); б – РСН2 (1+3); в - а – РСН3 (1+3)

Проанализировав результаты расчетов по РСН, можно записать расчетные усилия для шести сечений ригеля, в которых необходимо подобрать сечение продольной арматуры.

$M_1=158$  кН\*м,  $M_2=164$  кН\*м,  $M_3=247$  кН\*м,  $M_4=235$  кН\*м,  $M_5=147$  кН\*м,  $M_6=200$  кН\*м,

Те же усилия вычисленные аналитически приведены ниже в курсовом проекте.

$M_1=159.4$  кН\*м,  $M_2=163.7$  кН\*м,  $M_3=206.6$  кН\*м,  $M_4=207.7$  кН\*м,  $M_5=146$  кН\*м,  $M_6=199.7$  кН\*м.

Как мы видим, для всех сечений результаты численного и аналитического расчета практически совпали, за исключением сечений на второй опоре. Значительное расхождение в этих сечениях связано с тем, что для учета нелинейной работы железобетона эти опорные моменты для РСНЗ (1+4) при «ручном» счете уменьшаются на 30 процентов. Ординаты выравненной эпюры моментов определяются путем добавления к эпюре 1+4 треугольной эпюры с величиной  $dM_{21} < 0.3 M_{21}$ .

#	1 основ.	2 основ.	Особ. (С)	Особ. (Б С)	5 сочет.	6 сочет.	7 с
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	
2	1.00	1.00	0.80	1.00	0.00	0.00	
3	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00	
4	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00	

№	Имя загруз...	Вид	Параметры РСУ	Коэффициенты РСУ
1	Постоянн...	Постоянн...	0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Кратковр...	Длительн...	1 0 0 1 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.80 1.00
3	Кратковр...	Кратковр...	2 0 0 1 0 0 0 1.20 0.35	1.00 1.00 0.50 0.80
4	Кратковр...	Кратковр...	2 0 0 1 0 0 0 1.20 0.35	1.00 1.00 0.50 0.80

Рис. 8. Таблица задания РСУ

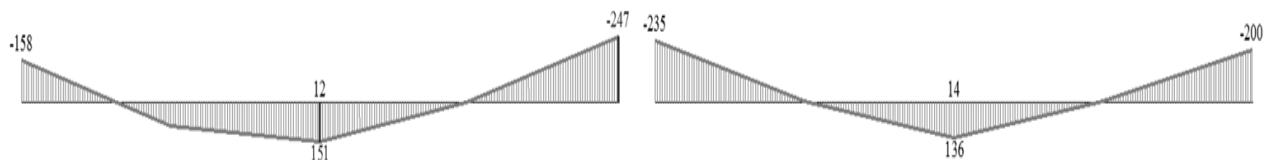


Рис. 9. Эпюры изгибающих моментов – РСУ расчетные максимальные



Таблица РСУ-Учебная версия

Файл Редактировать Опции

Таблица РСУ-Учебная версия

№ элем	№ сечен	№ столбца	Кран/сейсм	Группа РСУ	Критерий	Усилия						№№ загруз
						N (кН)	Mк (кН*м)	Mу (кН*м)	Qz (кН)	Mz (кН*м)	Qу (кН)	
12	1	1	-	A1	2	0.000	0.000	158.412	M1	0.000	0.000	1 2
12	2	1	-	A1	1	0.000	0.000	89.807	0	0.000	0.000	1 4
12	2	1	-	A1	13	0.000	0.000	89.164	77.72	0.000	0.000	1 2
12	3	1	-	A1	1	0.000	0.000	163.246	M2	0.000	0.000	1 2
12	3	1	-	A1	14	0.000	0.000	151.062	20.328	0.000	0.000	1 4
12	4	1	-	A1	1	0.000	0.000	63.833	-112.824	0.000	0.000	1 2
12	4	1	-	A1	2	0.000	0.000	-3.664	-60.153	0.000	0.000	1 3
12	4	1	-	A1	14	0.000	0.000	39.024	3.76	0.000	0.000	1 4
12	5	1	-	A1	2	0.000	0.000	246.509	2.24	0.000	0.000	1 4
14	1	1	-	A1	2	0.000	0.000	-235.043	M4	397	0.000	1 4
14	2	1	-	A1	1	0.000	0.000	60.203	148	0.000	0.000	1 3
14	2	1	-	A1	2	0.000	0.000	-4.730	46.837	0.000	0.000	1 2
14	2	1	-	A1	13	0.000	0.000	37.244	449	0.000	0.000	1 4
14	3	1	-	A1	1	0.000	0.000	146.950	M5	0.000	0.000	1 3
14	3	1	-	A1	13	0.000	0.000	136.038	7.301	0.000	0.000	1 4
14	4	1	-	A1	1	0.000	0.000	61.337	-97.847	0.000	0.000	1 4
14	4	1	-	A1	2	0.000	0.000	-4.730	-46.837	0.000	0.000	1 2
14	4	1	-	A1	14	0.000	0.000	60.203	148	0.000	0.000	1 3
14	5	1	-	A1	2	0.000	0.000	200.038	M6	296	0.000	1 3

Рис. 10. Таблицы РСУ расчетные для КЭ №12 и №14

## 2. Вычисление усилий от расчетных сочетаний нагрузок в программе MathCAD

## Построение эпюр изгибающих моментов от расчетных сочетаний нагрузок

Исходные данные

Пролет ригеля  $L_{\text{рр}} := 7 \text{ м}$

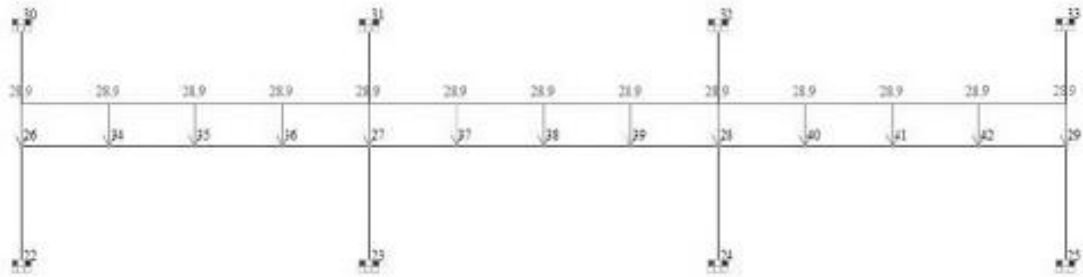
Постоянная погонная нагрузка  $g_{\text{рр}} := 28.386 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$

Временная погонная нагрузка  $v := 35.34 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$

Ширина сечения колонны  $b_{\text{с}} := 0.4 \text{ м}$

Для построения эпюр изгибающих моментов, значения усилий на опорах берем из результатов расчета в ПК "Лира-САПР"

### 1 Постоянное загрузеение



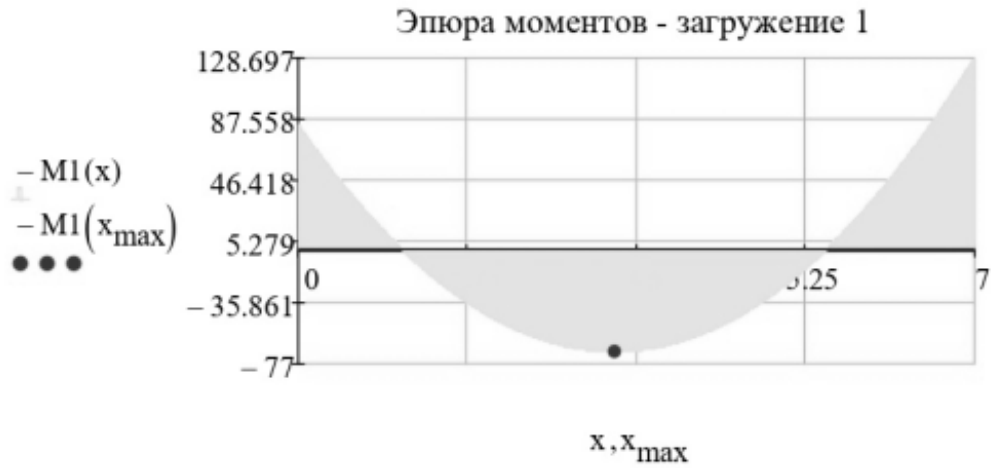
$$M_{12} := -83.4 \text{ кН}\cdot\text{м} \quad M_{21} := -129 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$Q_{12} := 92.88 \text{ кН} \quad Q_{21} := -106 \text{ кН}$$

$$M_1(x) := Q_{12} \cdot x - g \cdot \frac{x^2}{2} + M_{12}$$

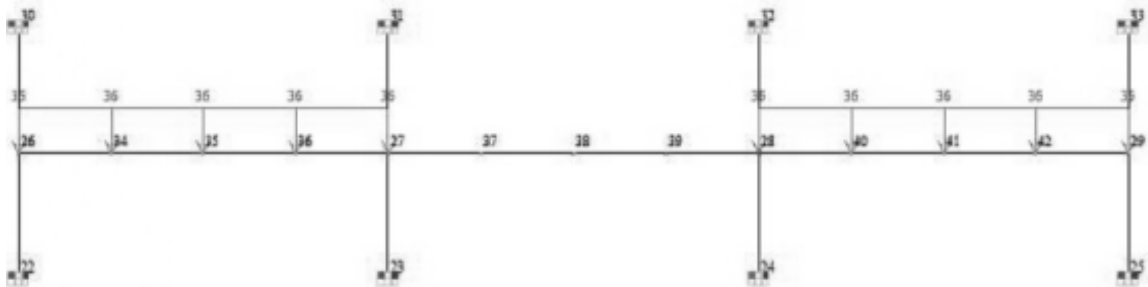
Нахождение ординаты максимального момента

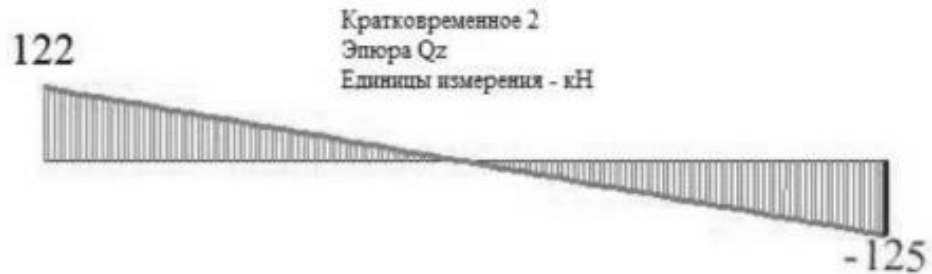
$$\frac{d}{dx} M1(x) = 0 \quad Q_{12} - g \cdot x_{\max} = 0 \quad x_{\max} := \frac{Q_{12}}{g} = 3.272 \text{ м}$$



$$M1(x_{\max}) = 68.553 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

## 2 Кратковременное загрузка





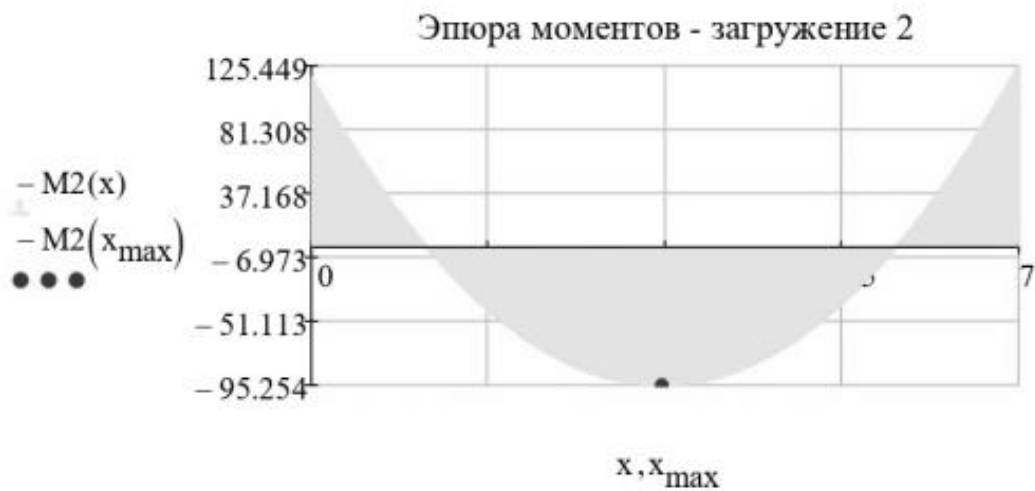
$$M_{12} := -117 \text{ кН}\cdot\text{м} \quad M_{21} := -125 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$Q_{12} := 122.483 \text{ кН} \quad Q_{21} := -125 \text{ кН}$$

$$M_2(x) := Q_{12} \cdot x - v \cdot \frac{x^2}{2} + M_{12}$$

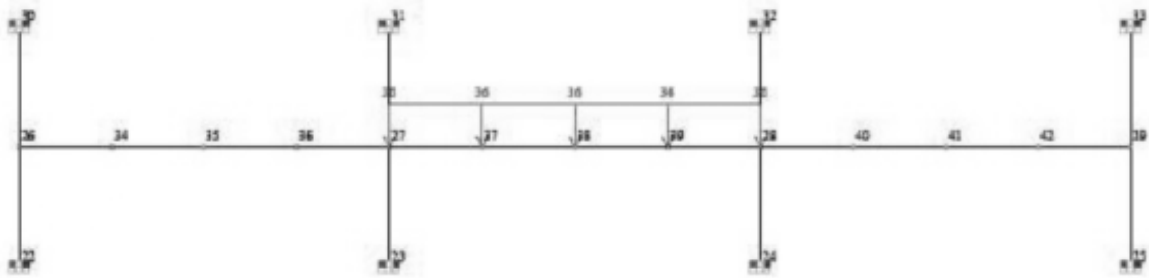
*Нахождение ординаты максимального момента*

$$\frac{d}{dx} M_2(x) = 0 \quad Q_{12} - v \cdot x_{\max} = 0 \quad x_{\max} := \frac{Q_{12}}{v} = 3.466 \text{ м}$$

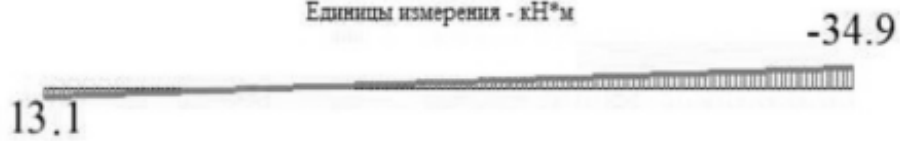


$$M_2(x_{\max}) = 95.254 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

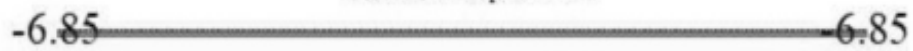
### 3 Кратковременное нагружение



Кратковременное 3  
Эюра  $M_y$   
Единицы измерения -  $\text{kH}\cdot\text{м}$



Кратковременное 3  
Эюра  $Q_z$   
Единицы измерения -  $\text{kH}$

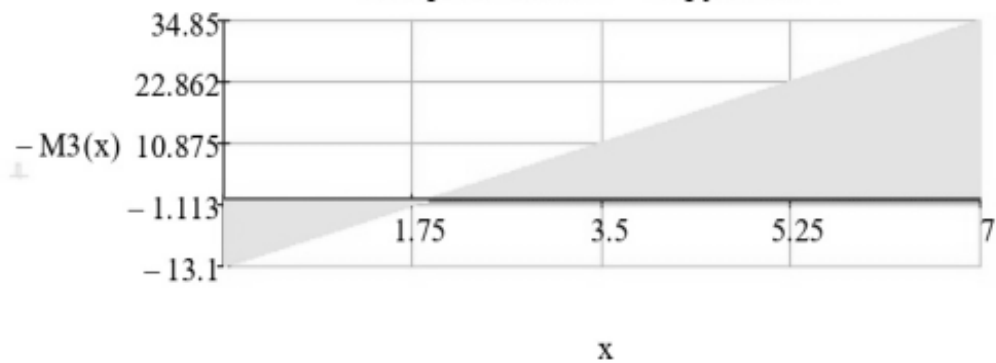


$$M_{12} := 13.1 \text{ кН}\cdot\text{м} \quad M_{21} := -34.9 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

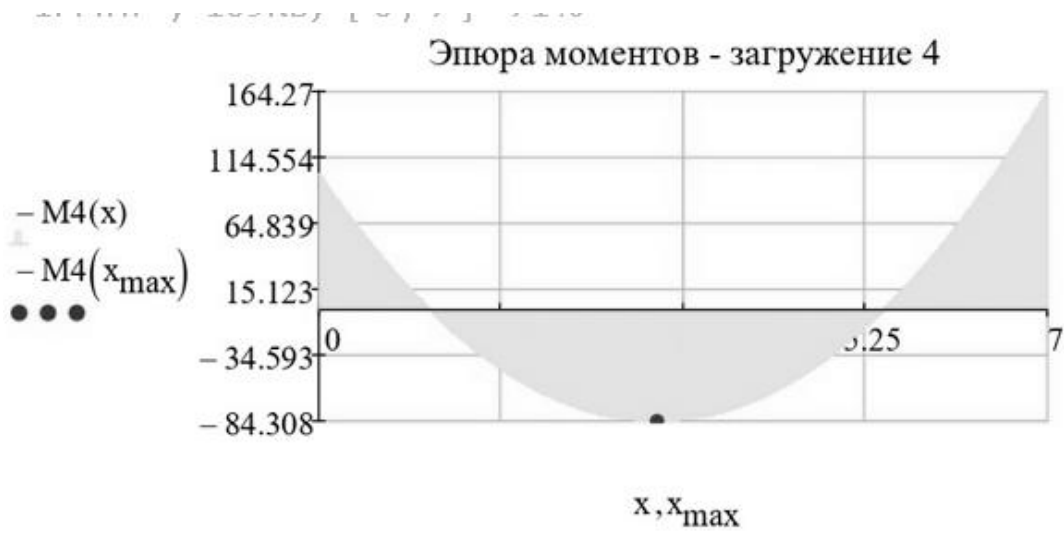
$$Q_{12} := -6.85 \text{ кН} \quad Q_{21} := -6.85 \text{ кН}$$

$$M_3(x) := Q_{12} \cdot x + M_{12}$$

Эюра моментов - нагружение 3







$$M4(x_{\max}) = 84.308 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

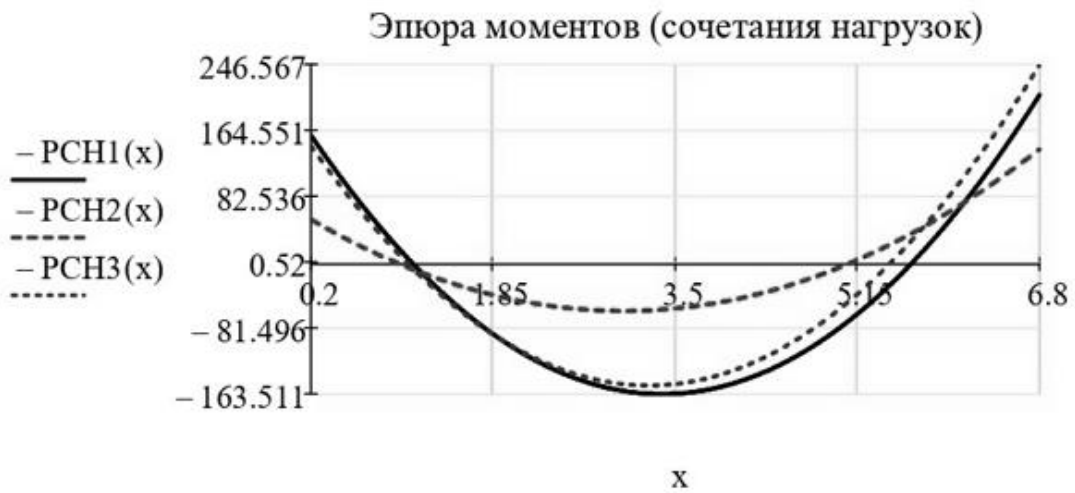
### Построение огибающей эпюры моментов

*Изгибающие моменты от сочетаний нагрузок*

$$PCH1(x) := M1(x) + M2(x)$$

$$PCH2(x) := M1(x) + M3(x)$$

$$PCH3(x) := M1(x) + M4(x)$$



Нахождение ординаты максимального момента для сочетания РСН1 1+2

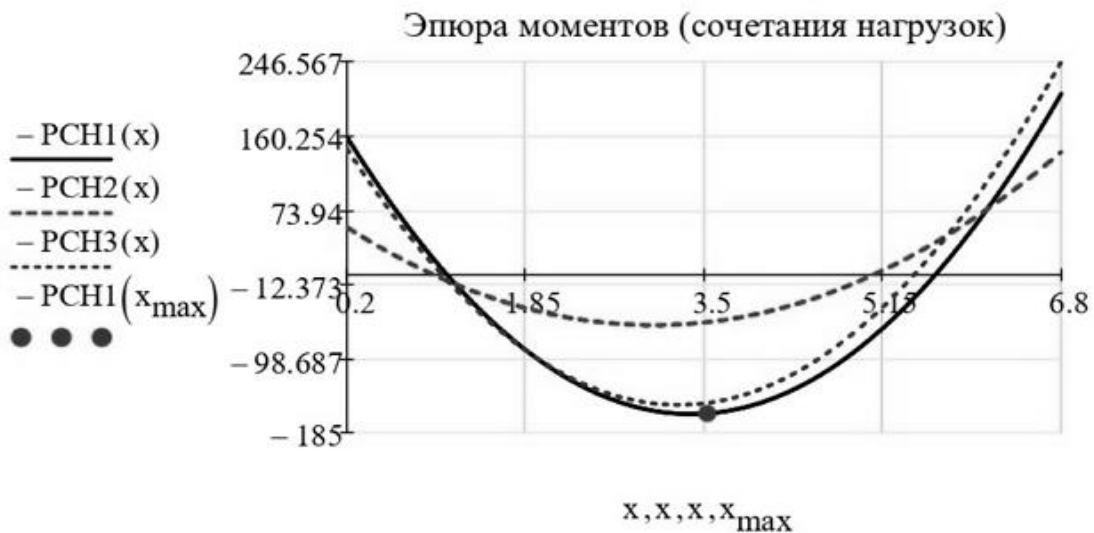
$$M_{12}(x) = Q_{12\_1} \cdot x - g \cdot \frac{x^2}{2} + M_{12\_1} + Q_{12\_2} \cdot x - v \cdot \frac{x^2}{2} + M_{12\_2}$$

$$\frac{d}{dx} M_{12}(x) = 0 \quad Q_{12\_1} - g \cdot x_{\max} + Q_{12\_2} - g \cdot x_{\max} = 0$$

$$Q_{12\_1} := 96.8 \text{ кН} \quad Q_{12\_2} := 128 \text{ кН}$$

$$x_{\max} := \frac{Q_{12\_1} + Q_{12\_2}}{g + v} = 3.528 \text{ м}$$

$$PCH1(x_{\max}) = 162.813 \text{ кН} \cdot \text{м}$$



### Итоговые расчетные усилия

Сечение 1-2 (на левой опоре ригеля)

$$PCH1(0.5 \cdot b_c) = -158.602 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Сечение 1 (в пролете)

$$PCH1(x_{\max}) = 162.813 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Сечение 2-1 (на правой опоре ригеля)

$$PCH3(L - 0.5 \cdot b_c) = -246.567 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

3. **Конструктивный расчет неразрезного ригеля (подбор сечения продольной рабочей арматуры) с применением ПК «Лира-САПР»**



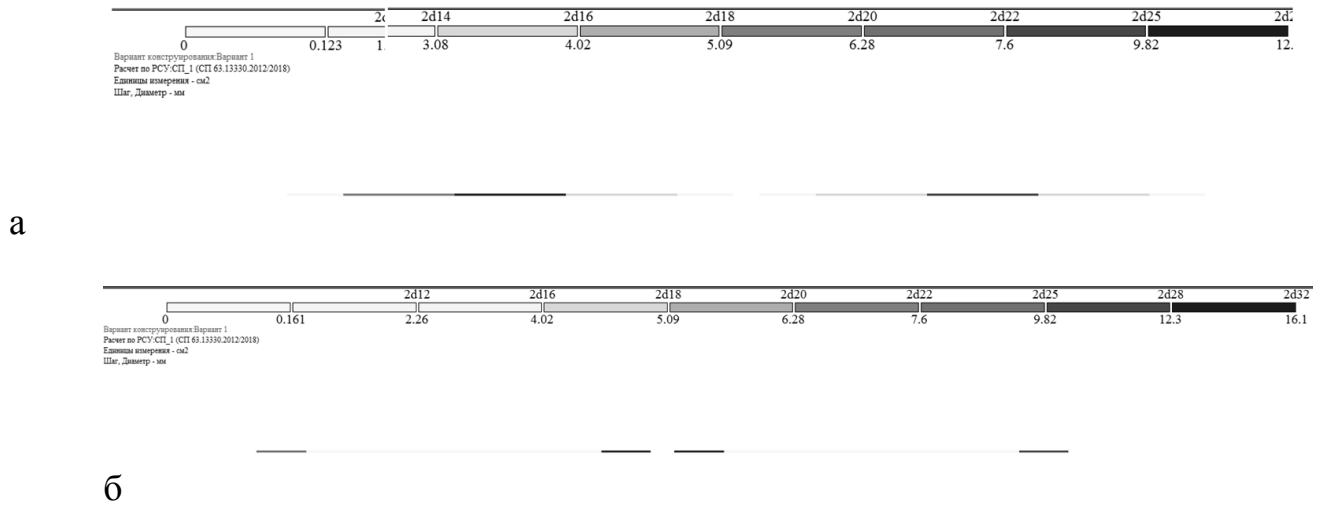


Рис. 11. Мозаика подобранного армирования в двух крайних ригелях:  
а – нижнее армирование, б – верхнее армирование

Для нижней арматуры программа подобрала максимальный диаметр - 28 мм, для верхней – 32 мм.

На рис. 12. приведены эпюры нижнего и верхнего армирования.

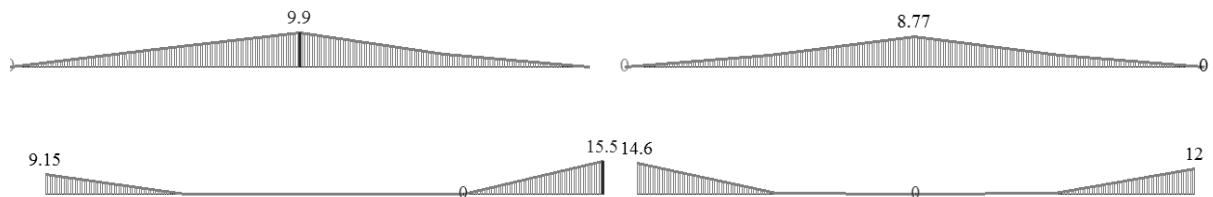


Рис. 12. Эпюры требуемого армирования, а – нижнее армирование, б – верхнее армирование

Для шести расчетных моментов ( $M_1=158$  кН\*м,  $M_2=164$  кН\*м,  $M_3=247$  кН\*м,  $M_4=235$  кН\*м,  $M_5=147$  кН\*м,  $M_6=200$  кН\*м), программа вычислила шесть требуемых сечений арматуры:  $A_{s1}=9.15$  кв.см,  $A_{s2}=9.9$  кв.см,  $A_{s3}=15.5$  кв.см,  $A_{s4}=14.6$  кв.см,  $A_{s5}=8.77$  кв.см,  $A_{s6}=12$  кв.см,

Принимаем по сортаменту следующую рабочую арматуру.

Сечение 1 – 2d25 A400 с  $A_s= 9.82$  кв. см

Сечение 2 – 4d18 A400 с  $A_s= 10,18$  кв. см

Сечение 3 – 2d32 A400 с  $A_s= 16,09$  кв. см

Сечение 4– 2d32 A400 с  $A_s= 16,09$  кв. см

Сечение 5 – 2d16+2d18 A400 с  $A_s= 4,02+5,09=9.11$  кв. см

Сечение 6 – 2d28 A400 с  $A_s= 12.32$  кв. см

Арм...	AU1	AU2	AU3	AU4
ПЛН				
ПРЧН				

Арм...	AS1	AS2	AS3	AS4	%
ПЛН		9.15			0.61
ПРЧН		9.15			0.61

Арм...	AU1	AU2	AU3	AU4
ПЛН				
ПРЧН				

Арм...	AS1	AS2	AS3	AS4	%
ПЛН		9.90			0.66
ПРЧН		9.90			0.66

Арм...	AU1	AU2	AU3	AU4
ПЛН				
ПРЧН				

Арм...	AS1	AS2	AS3	AS4	%
ПЛН		15.52			1.03
ПРЧН		15.52			1.03

Рис. 13. Результаты расчета армирования КЭ №12 (сечения 1, 3 и 5)

жб рама пособие28012021. Арматура в стержнях [Вариант 1] (01)

Открыть CSV Сохранить Сверстать Предыдущий Следующий Копировать Фильтр На схему Обновить Шрифт Развернуть В отчет

Результаты армирования в стержнях СП 63.13330.2012/2018 (Вариант 1)  
 Продольная арматура: см2 Поперечная: см2 Шир.трещин: мм

ГР	Элемент	Сечение	С/НС	AU1	AU2	AU3	AU4	AS1	AS2	AS3	AS4	%	ASW1
1	Балка /	Прямоугольник/	V=25.00/ H=60.00 см/ L=6.60 м/ Бетон В20/ Арматура: продольная А400/ поперечная А240										
1	41	1	Н						9.15			0.61	9.09
1	41	1	Н						9.15			0.61	
1	41	2	Н					5.1				0.34	2.98
1	41	2	Н					5.1				0.34	
1	41	3	Н					9.9				0.66	
1	41	3	Н					9.9				0.66	
1	41	4	Н					3.6				0.24	2.98
1	41	4	Н					3.6				0.24	
1	41	5	Н						15.52			1.03	11.27
1	41	5	Н						15.52			1.03	
1	43	1	Н						14.63			0.98	10.48
1	43	1	Н						14.63			0.98	
1	43	2	Н					3.38	0.15			0.23	2.98
1	43	2	Н					3.38	0.15			0.23	
1	43	3	Н					8.77				0.58	
1	43	3	Н					8.77				0.58	
1	43	4	Н					3.45	0.15			0.24	2.98
1	43	4	Н					3.45	0.15			0.24	
1	43	5	Н						12			0.8	9.79
1	43	5	Н						12			0.8	

Рис. 14. Таблица результатов расчета армирования КЭ №12 и КЭ №14

#### 4. Подбор армирования в программе MathCAD

Исходные данные

Ширина сечения  $b := 25$  см Высота сечения  $h := 60$  см

Материалы:

- бетон тяжелый класса В20; арматура класса А400
- призматическая прочность бетона класса В20  $R_b := 11.5$  МПа
- начальный модуль упругости бетона класса В20  $E_b := 2.75 \cdot 10^4$  МПа
- расчетное сопротивление арматуры класса А400  $R_s := 350$  МПа
- модуль упругости арматуры класса А400  $E_s := 2.06 \cdot 10^5$  МПа
- верхний защитный слой  $a := 4$  см, нижний защитный слой  $a_s := 6$  см
- расчетные максимальные моменты:  $M_1 := 158$  кН·м,  $M_2 := 164$  кН·м,  
 $M_3 := 247$  кН·м,  $M_4 := 235$  кН·м,  $M_5 := 147$  кН·м,  $M_6 := 200$  кН·м,

2 Определяем рабочую высоту сечения

$$h_{01} := h - a = 56 \text{ см}$$

$$h_0 := h - a_s = 54$$

3 Определяем коэффициент  $\alpha_m$

$$\alpha_{m1} := \frac{M_1 \cdot 10^5}{R_b \cdot 100 \cdot b \cdot h_0^2} = 0.188$$

$$\alpha_{m2} := \frac{M_2 \cdot 10^5}{R_b \cdot 100 \cdot b \cdot h_{01}^2} = 0.182$$

$$\alpha_{m3} := \frac{M_3 \cdot 10^5}{R_b \cdot 100 \cdot b \cdot h_0^2} = 0.295$$

$$\alpha_{m4} := \frac{M_4 \cdot 10^5}{R_b \cdot 100 \cdot b \cdot h_0^2} = 0.28$$

$$\alpha_{m5} := \frac{M_5 \cdot 10^5}{R_b \cdot 100 \cdot b \cdot h_{01}^2} = 0.163$$

$$\alpha_{m6} := \frac{M_6 \cdot 10^5}{R_b \cdot 100 \cdot b \cdot h_0^2} = 0.239$$

4 Определяем коэффициент, определяющий характер разрушения железобетонного элемента

$$\epsilon_{b2} := 0.0035$$

$$\epsilon_{s\_el} := \frac{R_s}{E_s} = 0.0017$$

$$\xi_R := \frac{0.8}{1 + \frac{\epsilon_{s\_el}}{\epsilon_{b2}}} = 0.539$$

$$\alpha_R := \xi_R \cdot \left(1 - \frac{\xi_R}{2}\right) = 0.394$$

5 Определяем характер разрушения

$$\text{Разрушение} := \begin{cases} \text{"пластическое"} & \text{if } \alpha_{m1} \leq \alpha_R \\ \text{"хрупкое"} & \text{if } \alpha_{m1} > \alpha_R \end{cases}$$

Разрушение = "пластическое"

6 Определяем расчетную площадь рабочей арматуры

$$A_{s1} := \frac{R_b \cdot 100 \cdot b \cdot h_0 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_{m1}})}{R_s \cdot 100} = 9.344 \quad \text{см}^2$$

$$A_{s2} := \frac{R_b \cdot 100 \cdot b \cdot h_{01} \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_{m2}})}{R_s \cdot 100} = 9.309 \quad \text{см}^2$$

$$A_{s3} := \frac{R_b \cdot 100 \cdot b \cdot h_0 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_{m3}})}{R_s \cdot 100} = 15.929 \quad \text{см}^2$$

$$A_{s4} := \frac{R_b \cdot 100 \cdot b \cdot h_0 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_{m4}})}{R_s \cdot 100} = 14.955 \quad \text{см}^2$$

$$A_{s5} := \frac{R_b \cdot 100 \cdot b \cdot h_{01} \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_{m5}})}{R_s \cdot 100} = 8.238 \quad \text{см}^2$$

$$A_{s6} := \frac{R_b \cdot 100 \cdot b \cdot h_0 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_{m6}})}{R_s \cdot 100} = 12.283 \quad \text{см}^2$$

5. **Конструктивный расчет неразрезного ригеля (проверка несущей способности принятого армирования ригеля) в программе «MathCAD»**

Ранее в курсовом проекте по требуемой площади сечения арматуры была подобрана по сортаменту следующая арматура.

Сечение 1 – 2d25 A400 с  $A_s = 9,82$  кв. см

Сечение 2 – 4d18 A400 с  $A_s = 10,18$  кв. см

Сечение 3 – 2d32 A400 с  $A_s = 16,09$  кв. см

Сечение 4 – 2d32 A400 с  $A_s = 16,09$  кв. см

Сечение 5 – 2d16+2d18 A400 с  $A_s = 4,02+5,09=9,11$  кв. см

Сечение 6 – 2d28 A400 с  $A_s = 12,32$  кв. см

В средней части пролетов ригеля верхнюю арматуру конструктивно принимаем 2d12 A400 с  $A_s = 2,26$  кв. см.

Часть нижней арматуры обрываем, и до опор доводим по 2d18 A400 с  $A_s = 5,09$  кв.см.

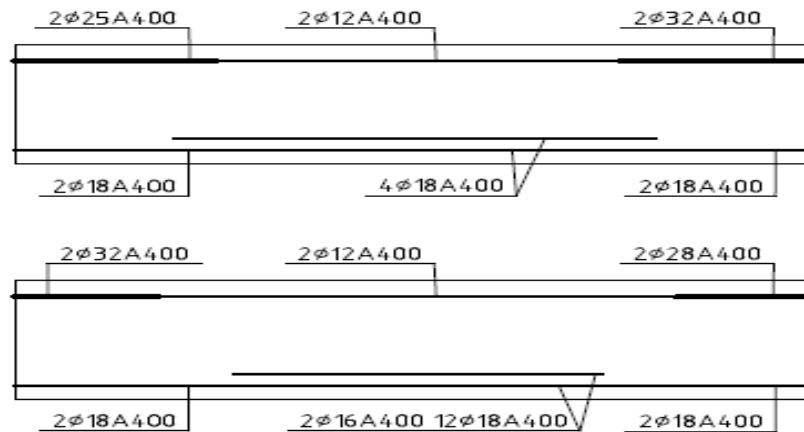


Рис. 15. Армирование ригеля продольной рабочей арматурой:  
а – первый пролет; б – второй пролет

7 Определение максимальных изгибающих моментов для шести расчетных сечений ригеля:

Принятое армирование

Сечение 1 – 2Ø25 А400	$A_{s2d25} := \frac{\pi \cdot 2.5^2}{4} \cdot 2 = 9.817 \text{ см}^2$
Сечение 2 – 4Ø18 А400	$A_{s4d18} := \frac{\pi \cdot 1.8^2}{4} \cdot 4 = 10.179 \text{ см}^2$
Сечение 3 – 2Ø32 А400	$A_{s2d32} := \frac{\pi \cdot 3.2^2}{4} \cdot 2 = 16.085 \text{ см}^2$
Сечение 4 – 2Ø32 А400	$A_{s2d32} := \frac{\pi \cdot 3.2^2}{4} \cdot 2 = 16.085 \text{ см}^2$
Сечение 5 – 2Ø16+2Ø18 А400	$A_{s2d18\_2d16} := \frac{\pi \cdot (1.6^2 + 1.8^2)}{4} \cdot 2 = 9.111 \text{ см}^2$
Сечение 6 – 2Ø28 А400	$A_{s2d28} := \frac{\pi \cdot 2.8^2}{4} \cdot 2 = 12.315 \text{ см}^2$

8 Вычисление высоты сжатой зоны:

Сечение 1	$x_{2d25} := \frac{R_s \cdot A_{s2d25}}{R_b \cdot b} = 11.952 \text{ см}$
Сечение 2	$x_{4d18} := \frac{R_s \cdot A_{s4d18}}{R_b \cdot b} = 12.392 \text{ см}$
Сечение 3	$x_{2d32} := \frac{R_s \cdot A_{s2d32}}{R_b \cdot b} = 19.582 \text{ см}$
Сечение 4	$x_{2d32} := \frac{R_s \cdot A_{s2d32}}{R_b \cdot b} = 19.582 \text{ см}$
Сечение 5	$x_{2d18\_2d16} := \frac{R_s \cdot A_{s2d18\_2d16}}{R_b \cdot b} = 11.091 \text{ см}$
Сечение 6	$x_{2d28} := \frac{R_s \cdot A_{s2d28}}{R_b \cdot b} = 14.992 \text{ см}$

1343 = 1.33MP , 131KV) [ 4 / 5 ] 80%

## 9 Вычисление несущей способности сечений

Сечение 1

$$M_{2d25} := \frac{R_b \cdot 100 \cdot b \cdot x_{2d25} \cdot (h_{01} - 0.5 \cdot x_{2d25})}{10^5} = 171.889 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Сечение 2

$$M_{4d18} := \frac{R_b \cdot 100 \cdot b \cdot x_{4d18} \cdot (h_0 - 0.5 \cdot x_{4d18})}{10^5} = 170.306 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Сечение 3

$$M_{2d232} := \frac{R_b \cdot 100 \cdot b \cdot x_{2d32} \cdot (h_{01} - 0.5 \cdot x_{2d32})}{10^5} = 260.145 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Сечение 4

$$M_{2d232} := \frac{R_b \cdot 100 \cdot b \cdot x_{2d32} \cdot (h_{01} - 0.5 \cdot x_{2d32})}{10^5} = 260.145 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Сечение 5

$$M_{2d18\_2d16} := \frac{R_b \cdot 100 \cdot b \cdot x_{2d18\_2d16} \cdot (h_0 - 0.5 \cdot x_{2d18\_2d16})}{10^5} = 154.507 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Сечение 6

$$M_{2d28} := \frac{R_b \cdot 100 \cdot b \cdot x_{2d28} \cdot (h_{01} - 0.5 \cdot x_{2d28})}{10^5} = 209.065 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

## 10 Вычисление коэффициентов запаса прочности

$$\text{Сечение 1} \quad K_{31} := \frac{M_{2d25}}{M_1} = 1.088$$

$$\text{Сечение 2} \quad K_{32} := \frac{M_{4d18}}{M_2} = 1.038$$

$$\text{Сечение 3} \quad K_{33} := \frac{M_{2d232}}{M_3} = 1.053$$

$$\text{Сечение 4} \quad K_{34} := \frac{M_{2d232}}{M_4} = 1.107$$

$$\text{Сечение 5} \quad K_{35} := \frac{M_{2d18\_2d16}}{M_5} = 1.051$$

$$\text{Сечение 6} \quad K_{36} := \frac{M_{2d28}}{M_6} = 1.045$$

6. **Конструктивный расчет неразрезного ригеля (проверка несущей способности принятого армирования ригеля) с применением ПК «Лира-САПР»**

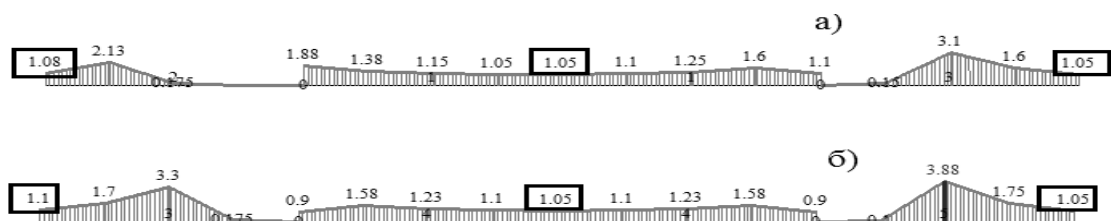


Рис. 16. Коэффициенты запаса по прочности для стержневых элементов:  
а – первый пролет, б – второй пролет



