

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

«Динамика и устойчивость 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.
5	9	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	Кафедра «Строительство и архитектура»

Разработчик рабочей программы:

Доцент кафедры «Системы автоматизи-
рованного 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 «Динамика и устойчивость 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: А Проведение прикладных исследований в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности.

НУ-1 Производить расчеты и вычисления по установленным алгоритмам, НУ-3 Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности.

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-4 Моделирование свойств элементов 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.

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

Обобщенная трудовая функция: С Регулирование, организация и планирование в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности.

НЗ-12 Современные средства автоматизации в сфере градостроительной деятельности, включая автоматизированные информационные системы.

Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> - изучение видов динамических нагрузок, воздействующих на здания и сооружения; - изучение теоретических основ методов расчета строительных конструкций на собственные и вынужденные колебания; - изучение современных средств автоматизации в сфере градостроительной деятельности, включая автоматизированные информационные системы; – овладение умения и навыками расчетов строительных конструкций на динамические воздействия с помощью аналитических методов и с применением САПР-систем; - подготовка студентов к применению в практической инженерной деятельности теоретических знаний и прикладных результатов решения характерных задач динамики и устойчивости деформируемых систем; - приобретение навыков и умений моделирования свойств элементов
-------------------	---

	объекта и его взаимодействия с окружающей средой
Основные разделы / темы дисциплины	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные понятия, задачи и методы динамики сооружений 2. Колебания системы с одной степенью свободы 3. Колебания систем со многими степенями свободы 4. Расчет стержневых систем на устойчивость 5. Устойчивость рам и арок

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

Процесс изучения дисциплины «Динамика и устойчивость 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
Общепрофессиональные		
ОПК-1 Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук	<p>ОПК-1.1 Знает теорию и основные законы в области естественнонаучных и инженерных дисциплин</p> <p>ОПК-1.2 Умеет выявлять и классифицировать физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности, решать инженерные задачи с помощью математического аппарата</p> <p>ОПК-1.3 Владеет навыками решения типовых инженерных задач на основе теоретических исследований, обработки расчетных и экспериментальных данных вероятностно-статистическими методами</p>	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные виды и физическую природу динамических воздействий на здания и сооружения, сущность и проблемы обеспечения устойчивости строительных инженерных систем; - особенности динамического поведения и обеспечения устойчивости состояния высотных и большепролётных сооружений и конструкций; - принципы и методы оценки состояния зданий и сооружений и их расчёта на динамические воздействия и на устойчивость; - современные средства автоматизации в сфере градостроительной деятельности, включая автоматизированные информационные системы; <p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> формировать расчётные модели зданий, сооружений и конструкций для расчётов на динамические воздействия и на устойчивость, анализировать и оценивать полученные результаты расчётов и принимать обоснованные

		<p>инженерные решения по обеспечению надёжности проектируемых, возводимых и эксплуатируемых зданий, сооружений, конструкций;</p> <p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками расчётов стержневых и других видов деформируемых систем на динамические воздействия разных видов воздействий, а также расчётов устойчивости состояния зданий и сооружений; - навыками моделирования свойств элементов объекта и его взаимодействия с окружающей средой
--	--	---

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Динамика и устойчивость сооружений» изучается на 5 курсе, 9 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: «Химия», «Математика», «Физика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теоретическая механика», «Сопrotивление материалов», «Теплотехника», «Теория упругости с основами пластичности и ползучести», «Механика грунтов», «Электротехника и электроснабжение», «Строительная механика», «Механика жидкости и газа», «Вероятностные методы строительной механики и теория надёжности строительных конструкций», «Теория расчета пластин и оболочек», «Расчёт строительных конструкций методом конечных элементов».

Дисциплина «Динамика и устойчивость сооружений» частично реализуется в форме практической подготовки.

Дисциплина «Динамика и устойчивость 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
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	64
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками), в том числе в форме практической подготовки:	32
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), в том числе в форме практической подготовки:	32
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	45
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен	35

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)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
9 семестр				
Раздел 1 Основные понятия, задачи и методы динамики сооружений				
Введение в динамику сооружений. Предмет и задачи динамики сооружений. Сооружение как колебательная система. Виды динамических нагрузок Основные виды и характеристики колебаний	8			8

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	
<p>Степени свободы и расчетная модель колебательной системы</p> <p>Динамические характеристики строительных материалов. Динамическая жесткость. Внутреннее трение. Выносливость. Воздействие колебаний на человека. Методы динамики сооружений.</p> <p>Кинетостатический метод</p> <p>Кинематический метод.</p> <p>Использование принципа Гамильтона. Энергетический метод.</p>				
Раздел 2 Колебания с одной степенью свободы				
<p>Колебания систем с одной степенью свободы.</p> <p>Вывод уравнения движения</p> <p>Собственные колебания</p> <p>Свободные колебания</p> <p>Малое демпфирование</p> <p>Критическое демпфирование.</p> <p>Большое демпфирование</p> <p>Вынужденные колебания без демпфирования.</p> <p>Действие мгновенного импульса. Действие системы импульсов.</p> <p>Действие произвольной нагрузки. Действие вибрационной нагрузки</p> <p>Действие внемассовой нагрузки. Кинематическое возмущение опор</p> <p>Вынужденные колебания с учетом демпфирования</p>	6			8
«Определение круговой, технической частот и периода собственных колебаний балки с точечной массой»		2		
«Определение круговой, технической частот и периода собственных колебаний балки с точечной массой МКЭ в ПК Лира-САПР»		2		
«Определение круговой, технической частот и периода собственных колебаний балки с точечной массой МКЭ в ПК STARK ES»		2		
«Анализ результатов аналитических и численных расчетов собственных колебаний балки с точечной массой»		2		
Раздел 3 Колебания систем со многими степенями свободы				

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	
<p>Вывод уравнения движения. Использование метода перемещений</p> <p>Использование метода сил</p> <p>Собственные колебания.</p> <p>Свободные колебания.</p> <p>Вынужденные колебания без демпфирования.</p> <p>Действие произвольной нагрузки.</p> <p>Действие вибрационной нагрузки</p> <p>Порядок расчета на вибрационную нагрузку.</p> <p>Решение задач динамики МКЭ. Колебания систем с бесконечным числом степеней свободы.</p> <p>Поперечные колебания прямых стержней.</p> <p>Собственные колебания стержня.</p> <p>Приближенные методы в динамике сооружений.</p> <p>Собственные колебания пластин.</p>	6			14
«Аналитический расчет на собственные колебания рамы с двумя точечными массами»		2		
«Аналитический расчет на вынужденные колебания рамы с двумя точечными массами»		2		
«Расчет на собственные колебания рамы с двумя точечными массами МКЭ в ПК ЛираСАПР»		2		
«Расчет на собственные колебания рамы с двумя точечными массами МКЭ в ПК STARKES»		2		
«Расчет на собственные колебания шарнирно-опертой прямоугольной пластины»		2		
Раздел 4 Расчет стержневых систем на устойчивость				
<p>Понятие о потере устойчивости I и II рода.</p> <p>Допущения при составлении разрешающих уравнений. Использование метода перемещений при составлении уравнений устойчивости.</p> <p>Определение критической нагрузки. Виды равновесия. Потеря устойчивости системы «в малом» и «в большом». Понятие критической нагрузки. Различные виды потери устойчивости деформируемых систем. Основные критерии и методы исследования устойчивости упругих систем: динамический, статический и энергетический. Устойчивость систем с одной и несколькими степенями свободы. Устойчи-</p>	8			8

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	
вость сжатого стержня постоянного сечения. Использование точного и приближенного выражения для кривизны стержня. Использование точного и приближенного выражения для кривизны стержня. Дифференциальные уравнения второго и четвертого порядков и их интегрирование при различных граничных условиях, решение задачи о сжато-изогнутом стержне методом начальных параметров.				
«Аналитический расчет устойчивости стержня постоянного сечения в программе MathCAD»»		2		
«Расчет устойчивости стержня постоянного МКЭ в ПК Лира-САПР»		2		
«Расчет устойчивости стержня постоянного сечения МКЭ в ПК STARK ES»		2		
Раздел 5 Устойчивость рам и арок				
Основные допущения. Метод сил в исследовании устойчивости рамных систем. Метод перемещений. Вычисление реакций сжатых стержней. Использование симметрии. Устойчивость неразрезных сжатых стержней на жестких и упругих опорах. Расчет упругих рамных систем по деформированному состоянию. Понятие о расчете на устойчивость арки и круглого кольца.	4			7
«Расчет устойчивости рамы методом перемещений»		2		
«Расчет устойчивости рамы МКЭ с помощью ПК Лира-САПР»		2		
«Расчет устойчивости рамы МКЭ с помощью ПК STARK ES»		2		
«Анализ результатов аналитических и численных расчетов устойчивости рамы»		2		
ИТОГО по дисциплине	32	32		45

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	15
Подготовка к занятиям семинарского типа	20
Подготовка и оформление РГР	10
	45

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. Безухов, Н.И. Устойчивость и динамика сооружений в примерах и задачах: учебное пособие для строительных специальных вузов / Н. И. Безухов, О. В. Лужин, Н. В. Колкунов. - 3-е изд., перераб. - М.: Высшая школа, 1987. - 263с.

2. 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

3. 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.

4. 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>

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.

2. Юрьев А.Г. Динамика и устойчивость сооружений [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Г. Юрьев, В.А. Зинькова. — Электрон. текстовые данные. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. — 84 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66649.html>

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 «КНАГТУ», 2013. – 88 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)

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 «Лира-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 «Лира-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 «Лира-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: https://www.openoffice.org/license.html
Программный комплекс ЛИРА-САПР, МОНОМАХ-САПР, ЭСПРИ, САПФИР	Сублицензионный договор № 1295/А от 10.01.2012 Сублицензионный договор ЕП44/65 от 01.11.2016, лицензионные ключи

(Студенческий комплект программ-4)	
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 наиважнейшему 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

Практические занятия.

Для практических 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 ре-

флексивные 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 производятся 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

«Динамика и устойчивость 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.
5	9	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	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
Общепрофессиональные		
<p>ОПК-1 Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук</p>	<p>ОПК-1.1 Знает теорию и основные законы в области естественнонаучных и инженерных дисциплин</p> <p>ОПК-1.2 Умеет выявлять и классифицировать физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности, решать инженерные задачи с помощью математического аппарата</p> <p>ОПК-1.3 Владеет навыками решения типовых инженерных задач на основе теоретических исследований, обработки расчетных и экспериментальных данных вероятностно-статистическими методами</p>	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные виды и физическую природу динамических воздействий на здания и сооружения, сущность и проблемы обеспечения устойчивости строительных инженерных систем; - особенности динамического поведения и обеспечения устойчивости состояния высотных и большепролётных сооружений и конструкций; - принципы и методы оценки состояния зданий и сооружений и их расчёта на динамические воздействия и на устойчивость; - современные средства автоматизации в сфере градостроительной деятельности, включая автоматизированные информационные системы; <p>Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> формировать расчётные модели зданий, сооружений и конструкций для расчётов на динамические воздействия и на устойчивость, - анализировать и оценивать полученные результаты расчётов и принимать обоснованные инженерные решения по обеспечению надёжности проектируемых, возводимых и эксплуатируемых зданий, сооружений, конструкций; <p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками расчётов стержневых и других видов деформируемых систем на динамические воздействия разных видов воздействий, а также расчётов устойчивости состояния зданий

		и сооружений; - навыками моделирования свойств элементов объекта и его взаимодействия с окружающей средой
--	--	--

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
1. Основные понятия, задачи и методы динамики сооружений	ОПК-1	Собеседование	Демонстрирует теоретические знания основных понятий, задач и методов динамики сооружений
2. Колебания системы с одной степенью свободы	ОПК-1	Выполнение практических заданий.	Демонстрирует теоретические знания о колебательной системе с одной степенью свободы, умения и навыки выполнять расчеты на свободные и вынужденные колебания балок с точечной массой и анализировать полученные результаты расчетов
3. Колебания систем со многими степенями свободы	ОПК-1	Выполнение практических заданий.	Демонстрирует теоретические знания о колебательной системе со многими степенями свободы, умения и навыки выполнять расчеты на свободные и вынужденные колебания рам с несколькими точечными массами и анализировать полученные результаты расчетов
4. Расчет стержневых систем на устойчивость	ОПК-1	Выполнение практических заданий.	Демонстрирует теоретические знания основ стержневых систем на устойчивость, умения и навыки выполнять аналитические расчеты стержней на устойчивость, а также численные расчеты МКЭ с помощью ПК Лира-САПР и ПК SK TARK-ES и анализировать полученные результаты расчетов
5. Устойчивость рам и арок	ОПК-1	Выполнение практических заданий.	Демонстрирует теоретические знания основ устойчивости рам и арок, навыки и умения выполне-

			ния аналитические и численные расчеты рам на устойчивость
	ОПК-1	РГР «Динамический расчет рамы»	Демонстрирует теоретические знания о динамическом расчете рам с несколькими степенями свободы, умения и навыки выполнять аналитические и численные динамические расчеты рам с несколькими точечными массами
Промежуточная аттестация	ОПК-1	Теоретические вопросы, Практические задания	Демонстрирует теоретические знания в области динамики и устойчивости сооружений, умения и навыки выполнения динамических расчетов и расчетов на устойчивость стержневых строительных конструкций

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
9 семестр Промежуточная аттестация в форме «Экзамен»			
Текущий контроль:		0 баллов	
ИТОГО:		0 баллов	
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 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)</p>			

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
9 семестр Промежуточная аттестация в форме «Экзамен»				
1	Собеседование	3 недели	10 баллов	<p>10 баллов – студент показал отличные знания и кругозор при ответах на вопросы, показал отличное умение логически строить ответ, отлично владел монологической речью.</p> <p>8 балла – студент показал хорошие знания и кругозор при ответах на вопросы, показал хорошее умение логически строить ответ, хорошо владел монологической речью.</p> <p>6 балла – студент показал удовлетворительные знания и кругозор при ответах на вопросы, удовлетворительно показал умение логически строить ответ, удовлетворительно владел монологической речью.</p> <p>4 балла - студент показал неудовлетворительные знания и кругозор при ответах на вопросы, неудовлетворительно логически строил ответ, неудовлетворительно владел монологической речью.</p> <p>0 баллов – студент не отвечал на поставленные вопросы, не мог логически построить ответ.</p>
2	Выполнение практических заданий	6 недели	10 баллов	<p>10 баллов - 91-100% правильных ответов – высокий уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>6 баллов - 71-90% % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>4 баллов - 61-70% правильных ответов – средний уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>2 балла - 51-60% правильных ответов – низкий уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>0 баллов - 0-50% правильных ответов – очень низкий уровень знаний, умений и навыков;</p>
3	Выполнение практических заданий	9 недели	10 баллов	<p>10 баллов - 91-100% правильных ответов – высокий уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>6 баллов - 71-90% % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>4 баллов - 61-70% правильных ответов – средний уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>2 балла - 51-60% правильных ответов – низкий уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>0 баллов - 0-50% правильных ответов – очень низкий уровень знаний, умений и навыков;</p>
4	Выполнение практических заданий	9 недели	10 баллов	<p>10 баллов - 91-100% правильных ответов – высокий уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>6 баллов - 71-90% % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний, умений и навыков;</p>

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				<p>4 баллов - 61-70% правильных ответов – средний уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>2 балла - 51-60% правильных ответов – низкий уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>0 баллов - 0-50% правильных ответов – очень низкий уровень знаний, умений и навыков;</p>
5	Выполнение практических заданий	15 недель	10 баллов	<p>10 баллов - 91-100% правильных ответов – высокий уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>6 баллов - 71-90% % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>4 баллов - 61-70% правильных ответов – средний уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>2 балла - 51-60% правильных ответов – низкий уровень знаний, умений и навыков;</p> <p>0 баллов - 0-50% правильных ответов – очень низкий уровень знаний, умений и навыков;</p>
6	Расчетно-графическая работа	В течение семестра	20 баллов	<p>20 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.</p> <p>10 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.</p> <p>5 баллов - Студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления имеет недостаточный уровень.</p> <p>0 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также не способен пояснить полученный результат.</p>
7	Экзамен: Теоретические вопросы и практическая задача		2 вопроса по 10 баллов, 1 задача по 10 баллов	<p>Один вопрос:</p> <p>10 баллов – студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> <p>7 баллов – студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>4 балла – студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями.</p>

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				<p><i>ми. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i></p> <p><i>0 баллов – при ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i></p> <p><i>Одна задача:</i></p> <p><i>10 баллов – студент правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i></p> <p><i>7 баллов – студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i></p> <p><i>3 балла – студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i></p> <p><i>0 баллов – при выполнении практического задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i></p>
ИТОГО:		-	100 баллов	-
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</p> <p>0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);</p> <p>65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);</p> <p>75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);</p> <p>85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>				

Задания для текущего контроля

Собеседование

Раздел 1. Основные понятия, задачи и методы динамики сооружений

1. Что изучается в разделе «Динамика сооружений»?
2. Какова цель динамических расчётов?
3. Какая нагрузка называется статической, а какая – динамической?
4. Какие существуют виды динамических нагрузок?
5. Какие виды динамических нагрузок различают по продолжительности действия?
6. Что такое степень свободы динамической системы?
7. Каким образом определяется число степеней свободы динамической системы?
8. Как записывается «вековое» уравнение для системы с двумя степенями свободы?
9. Какие колебания называют вынужденными, а какие свободными (собственными)?
10. За счёт каких мероприятий можно изменить (увеличить, уменьшить) частоту основного тона колебаний?
Какое явление называется резонансом?
11. Сформулируйте принцип динамического равновесия (принцип Даламбера).
12. Из каких уравнений определяются амплитудные значения сил инерции.

Раздел 2. Колебания системы с одной степенью свободы

Практические задания

1. Найти аналитически круговую, техническую частоты и период собственных колебаний балки с точечной массой m , заданным весом G .
2. Определить с помощью МКЭ круговую, техническую частоты и период собственных колебаний балки с точечной массой m , заданным весом G .

Раздел 3. Колебания систем со многими степенями свободы

Практические задания

Провести расчет рамы, на которой находятся два груза и работающий двигатель, на воздействие вертикальной составляющей вибрационной нагрузки, считая грузы точечными. Собственным весом двигателя и стержней рамы пренебречь.

Раздел 4. Расчет стержневых систем на устойчивость

Практические задания

1. Выполнить аналитический расчет устойчивости стержня постоянного сечения в программе MathCAD.
2. Выполнить численный расчет устойчивости стержня постоянного сечения в ПК Лира-САПР.
3. Выполнить численный расчет устойчивости стержня постоянного сечения в ПК STARK ES.

Раздел 5. Устойчивость рам и арок

Практические задания

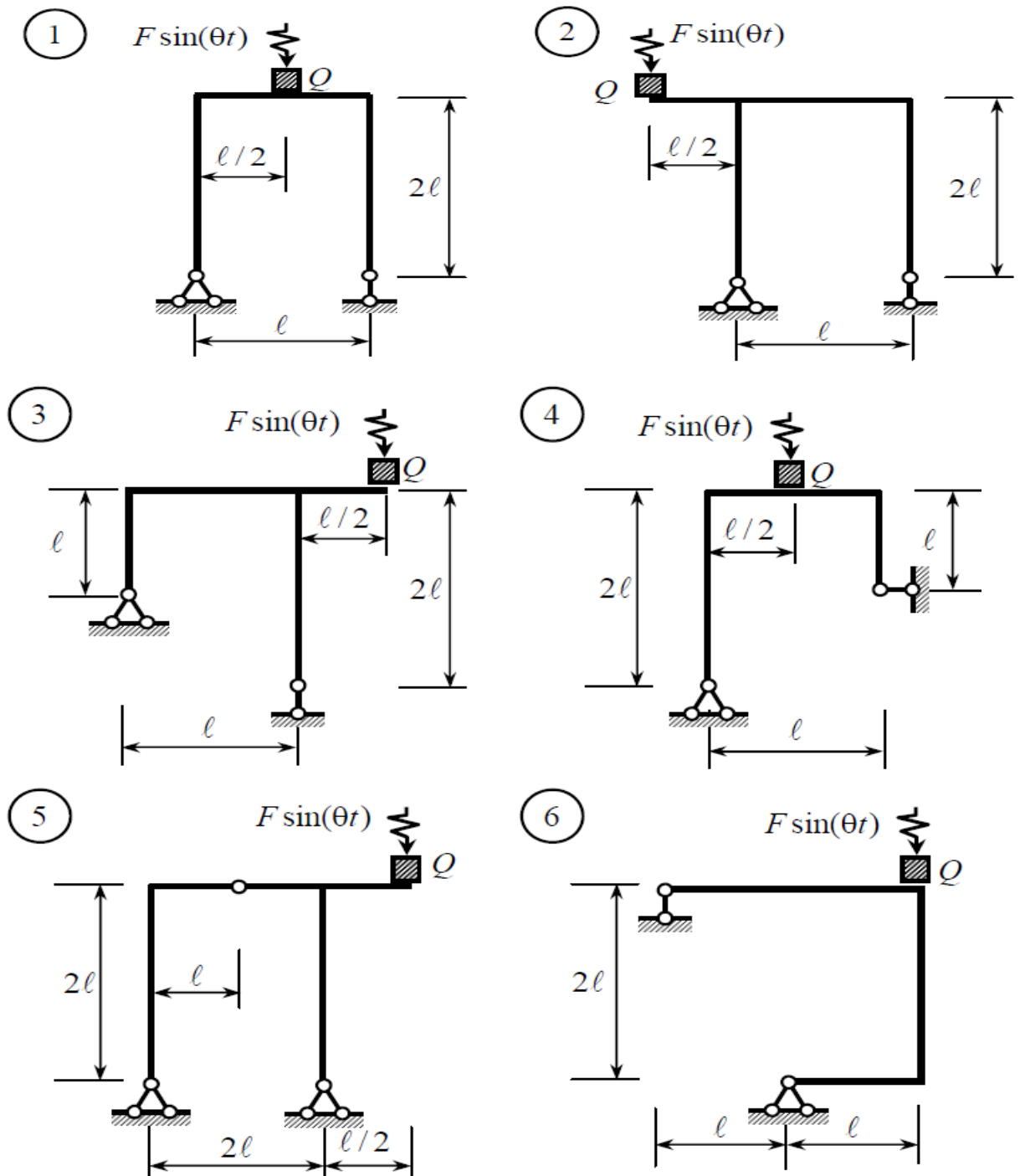
1. Выполнить расчет устойчивости рамы методом перемещений.
2. Выполнить расчет устойчивости рамы в ПК Лира-САПР.
3. Выполнить расчет устойчивости рамы ПК STARK ES.

РГР «Динамический расчет рамы»

Для плоской рамы (рисунок 1) с размерами и нагрузкой, выбранными по шифру из табл. 7, требуется:

- 1) определить круговые частоты свободных вертикальных и горизонтальных колебаний, приняв раму как систему с двумя степенями свободы (собственный вес системы не учитывается);
- 2) построить эпюру изгибающих моментов с учетом динамического действия силы.

Рисунок 1. Расчетные схемы



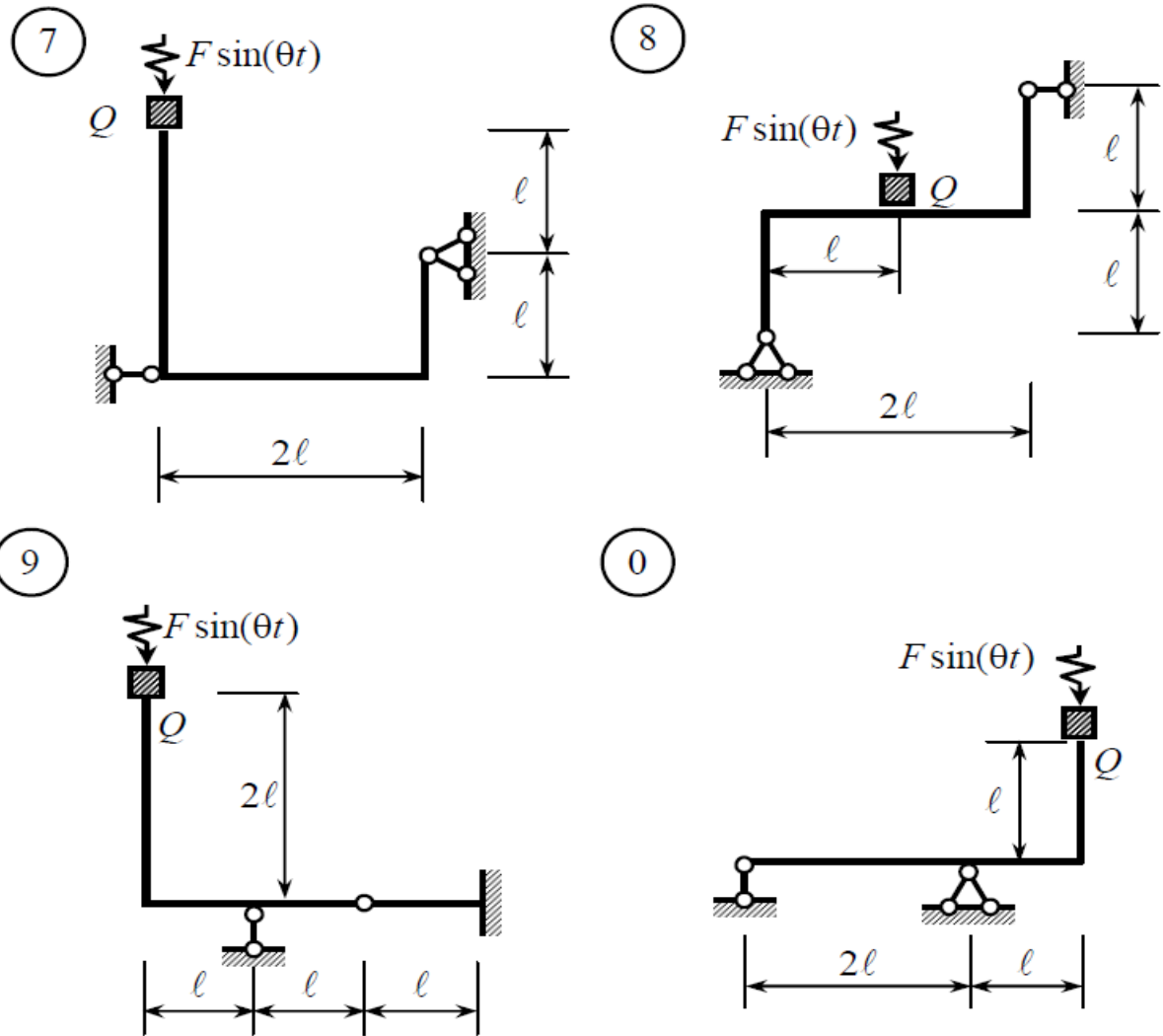


Таблица 7. Исходные данные для РГР «Динамический расчет рамы»

Цифра шифра	Цифра шифра				
	Первая	Вторая	Третья	Четвертая	Пятая
	l , м	Q , кН	F , кН	EJ , кН·м ²	Номер схемы
1	2,0	4	1,0	20000	1
2	2,2	6	1,5	22000	2
3	2,4	8	2,0	24000	3
4	2,6	10	2,5	26000	4
5	2,8	12	3,0	28000	5
6	3,0	14	2,8	30000	6
7	3,2	11	2,6	27000	7
8	3,4	9	2,4	25000	8
9	3,6	7	2,2	23000	9
0	3,8	5	1,8	21000	0

Состав и порядок оформления РГР.

1. Выполнить аналитический динамический расчет рамы.
2. Выполнить численный динамический расчет рамы МКЭ с помощью ПК Лира-САПР.
3. Выполнить численный динамический расчет рамы МКЭ с помощью ПК STARK ES.
4. Сравнить результаты аналитических и численных расчетов, Если расхождение результатов превышает 5 процентов, найти ошибки и исправить их.
5. Проанализировать полученные результаты (эпюры внутренних усилий) на предмет корректности, используя правила строительной механики.
6. Перенести результаты всех расчетов в программу MathCAD.
7. Полный ход выполнения работы оформить в программе MathCAD и перевести его в формат *.pdf.
8. Объединить файлы *.pdf хода выполнения работы и полученной ранее расчетной схемы балки.
9. В папку с отчетом по РГР скопировать все расчетные и графические файлы из программ ПК Лира-САПР, ПК STARK ES, MathCAD.
Наличие всех этих файлов является обязательным при защите РГР. Итоговый файл в формате *.pdf, который впоследствии выставляется в личный кабинет студента, в первую очередь необходим для отчетности. Но этот файл является слабой копией проделанной студентом работой и не дает полной возможности оценить корректность выполненных расчетов, соответствие РГР номеру варианта, правильности выполнения чертежа расчетной схемы. Все свойства объектов (графических, математических и т.д.) могут быть доступны только в исходных оригинальных файлах.

Задания для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы к экзамену

1. Понятие о видах статических расчётов. Расчёты на прочность по недеформированной и деформированной схемам. Расчёт на устойчивость.
2. Явление потери устойчивости. Виды потери устойчивости.
3. Критерии устойчивости сооружений.
4. Статический метод расчёта на устойчивость.
5. Энергетический метод определения критических сил.
6. Метод Ритца в расчётах на устойчивость.
7. Определение критических нагрузок отдельных стержней.
8. Расчёт рам по деформированной схеме методом перемещений.
9. Расчёт рам на устойчивость методом перемещений.
10. Решение уравнения устойчивости рамных конструкций
11. Расчёт рам на устойчивость на основе рядов устойчивости.
12. Установление пределов критической нагрузки рамы.
13. Учет сдвигов при расчёте стержней на устойчивость.
14. Расчёт на устойчивость составных стержней с планками.
15. Расчёт на устойчивость составных стержней со связевой решеткой.
16. Задачи динамики сооружений.
17. Принцип Даламбера.
18. Собственные колебания систем с одной степенью свободы.
19. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы.
20. Собственные колебания систем с конечным числом степеней свободы.

21. Вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы.
22. Собственные колебания систем с бесконечно большим числом степеней свободы.
23. Вынужденные колебания систем с бесконечно большим числом степеней свободы.
24. Установление пределов первой собственной частоты рамы.
25. Об учете сопротивления при колебаниях.

Практические задания на экзамен.

1. Аналитическое определение круговой, технической частот и периода собственных колебаний балки с точечной массой
2. Численный расчет круговой, технической частот и периода собственных колебаний балки с точечной массой МКЭ с помощью ПК Лира-САПР.
3. Численный расчет круговой, технической частот и периода собственных колебаний балки с точечной массой МКЭ с помощью ПК STARK ES.
4. Расчет устойчивости рамы методом перемещений.
5. Численный расчет устойчивости рамы МКЭ с помощью ПК Лира-САПР.
6. Численный расчет устойчивости рамы МКЭ с помощью ПК STARK ES.

Примерная структура экзаменационных билетов

<p>Министерство образования и науки Российской Федерации</p> <p>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский–на–Амуре государственный университет»</p> <p>Кафедра «Строительство и архитектура»</p> <p>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 по дисциплине «Динамика и устойчивость сооружений»</p> <p>1. Критерии устойчивости сооружений. 2. Собственные колебания систем с одной степенью свободы.</p> <p>3. Задача: Выполнить численный расчет круговой, технической частот и периода собственных колебаний балки с точечной массой МКЭ с помощью ПК Лира-САПР.</p> <p>Зав. кафедрой СиА _____ О.Е. Сысоев</p>
--

