

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан дорожно-транспортного  
факультета

  
А.В. Еремин  
«01» сентября 2017 г

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан строительного факультета

  
Д.В. Панфилов  
«01» сентября 2017 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины**

***Динамика и устойчивость сооружений***

Специальность **08.05.01** Строительство уникальных зданий и сооружений

Специализация №1 «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»

Специализация №2 «Строительство подземных сооружений»

Специализация №5 «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений»

Квалификация (степень) выпускника инженер-строитель

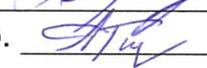
Год начала подготовки 2016 г.

Нормативный срок обучения: 6 лет

Форма обучения: очная

Авторы программы:

доц.  А.В. Козлов

ст.пр.  А.В. Глушков

Программа обсуждена на заседании кафедр «Строительной механики» и «Проектирования автомобильных дорог и мостов».

Протокол № 1 от «31» августа 2017 года

Зав. кафедрой  С.В. Ефрюшин

Зав. кафедрой  В.Г. Еремин

**Воронеж 2017**

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цели дисциплины

Преподавание курса «Динамика и устойчивость сооружений» (ДиУС) ставит целью освоение будущими специалистами знаний и умений, необходимых для расчета сооружений и конструкций на динамические воздействия, в том числе ветровые и сейсмические нагрузки, а также методов расчета конструкций на устойчивость, при проектировании и прочностных расчетах конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины

Специалист по направлению подготовки 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений в соответствии с видами профессиональной деятельности должен быть готов решать следующие профессиональные задачи:

### **в области изыскательской и проектно-расчетной деятельности:**

- выполнение и обработка результатов инженерных изысканий для строительства уникальных зданий и сооружений;
- сбор, систематизация и анализ информационных исходных данных для проектирования уникальных зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования;
- расчет, конструирование и мониторинг уникальных зданий и сооружений с использованием лицензионных универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования;
- технико-экономическое обоснование и принятие проектных решений в целом по объекту, координация работ по проекту, проектирование деталей (изделий) и конструкций;
- подготовка проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектных и конструкторских работ;
- разработка и верификация методов и программных средств расчета объекта проектирования, расчетное обеспечение проектной и рабочей документации; разработка инновационных технологий, конструкций, материалов и систем, в том числе с использованием научных достижений;
- контроль соответствия разрабатываемых проектов заданию на проектирование, техническим условиям, регламентам и другим исполнительным документам;
- проведение авторского и технического надзора за реализацией проекта;

### **в области производственно-технологической и производственно-управленческой деятельности:**

- организация рабочих мест, их техническое оснащение, размещение технологического оборудования;
- организация и совершенствование производственного процесса на строительном участке, контроль за соблюдением технологической дисциплины, обслуживанием технологического оборудования и машин;
- освоение новых материалов, оборудования и технологических процессов строительного производства;
- разработка и совершенствование методов контроля качества строительства, организация метрологического обеспечения технологических процессов;

- разработка и организация мер экологической безопасности и контроль над их соблюдением;
- организация работы коллективов исполнителей, планирование работы персонала и фондов оплаты труда;
- составление технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы, оборудование), а также установленной отчетности по утвержденным формам;
- выполнение работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов;
- исполнение документации системы менеджмента качества строительного предприятия;
- проведение организационно-плановых расчетов по реорганизации производственного участка;
- разработка оперативных планов работы производственного подразделения;
- проведение анализа затрат и результатов деятельности производственного подразделения;

**в области экспериментально-исследовательской деятельности:**

- изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта;
- использование лицензионных универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирований;
- организация и разработка методик проведения экспериментов, составление описания проводимых исследований и систематизация результатов;
- подготовка данных в установленной форме для составления обзоров, отчетов, научных и иных публикаций;
- составление отчетов по выполненным работам, участие во внедрении результатов исследований и практических разработок;

**в области монтажно-наладочной и эксплуатационной деятельности:**

- монтаж, наладка, испытания и сдача в эксплуатацию конструкций и оборудования строительных объектов;
- опытная проверка оборудования и средств технологического обеспечения;
- проверка технического состояния и остаточного ресурса строительных объектов, оборудования;
- организация профилактических осмотров и текущего ремонта;
- приемка и освоение вводимого оборудования;
- составление заявок на оборудование и запасные части, подготовка технической документации на ремонт;
- составление инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний;

**В соответствии со специализацией №1 «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»** задачами дисциплины является получение знаний в области:

- сбор, систематизация и анализ информационных исходных данных для проектирования уникальных зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования;

- расчет, конструирование и мониторинг уникальных зданий и сооружений с использованием лицензионных универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования;
- разработка и верификация методов и программных средств расчета объекта проектирования, расчетное обеспечение проектной и рабочей документации; разработка инновационных технологий, конструкций, материалов и систем, в том числе с использованием научных достижений;
- использование лицензионных универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирований;
- организация и разработка методик проведения экспериментов, составление описания проводимых исследований и систематизация результатов;
- динамических нагрузок, способов составления и решения уравнений движения деформируемых систем, методов решения задач определения спектра частот и форм собственных колебаний, параметров вынужденных колебаний, определения критических нагрузок, точного и приближенного исследования устойчивости сооружений.

Изучение дисциплины основано на использовании современных методов строительной механики и вычислительной техники. Приобретенные навыки способствуют формированию инженерного мышления.

**В соответствии со специализацией №2 «Строительство подземных сооружений»** задачами дисциплины является получение знаний в области:

- разработки эскизных проектов зданий и подземных сооружений, руководство разработкой технического и рабочего проектов указанных сооружений с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования;
- организация работы коллектива исполнителей, планирование выполнения работ по проектированию, строительству и мониторингу подземных сооружений, зданий и их подземных конструкций, принятие самостоятельных технических решений;
- проведения геотехнических изысканий и научных исследований для проектирования зданий и подземных сооружений, составление их планов;

**В соответствии со специализацией №5 «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений»** задачами дисциплины является получение знаний в области:

- проектирования мостов и труб на автомобильных дорогах с учетом противосейсмических мероприятий, аэродинамической устойчивости, динамических испытаний мостов, в том числе по таким главным вопросам, как расчет искусственных сооружений на сейсмические и аэродинамические воздействия, применение конструктивных мероприятий для обеспечения сейсмостойкости, и т.п.;
- виды динамических нагрузок, способы их математического описания;
- основные законы динамического равновесия систем, знает правила выполнения матричных преобразований, основные методы решения дифференциальных уравнений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Динамика и устойчивость сооружений» относится к базовой части дисциплин учебного плана и является обязательной к изучению.

*Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, необходимым для изучения данной дисциплины.*

Дисциплина Б1.Б.23 «Сейсмостойкость сооружений» базируется на знаниях, умениях и навыках, приобретенных студентами в ходе изучения дисциплин Б1.Б.6 «Математика», Б1.Б.10 «Физика», Б1.Б.12 «Теоретическая механика», Б1.Б.21 «Теория расчета пластин и оболочек», Б1.Б.24 «Железобетонные и каменные конструкции (общий курс)», Б1.Б.36 «Строительная механика», Б1.Б.39 «Основания зданий и сооружений».

Дисциплина «Динамика и устойчивость сооружений» является предшествующей для дисциплины Б1.Б.23 «Сейсмостойкость сооружений».

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Сейсмостойкость сооружений» направлен на формирование следующих **компетенций**:

- способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-7);
- владением методами математического (компьютерного) моделирования на базе универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам (ПК-11).

В результате изучения дисциплины студент должен:

### ***Знать:***

физические аспекты явлений, вызывающих особые нагрузки и воздействия на здания и сооружения; виды динамических воздействий, теоретические основы решения динамических задач строительной механики, расчетов с учетом влияния продольных сил и исследования устойчивости сооружений, положения соответствующих нормативных документов, основные принципы проектирования конструкций зданий и сооружений в сейсмоопасных регионах или конструкций, подвергаемых динамическим воздействиям.

### ***Уметь:***

грамотно выбирать динамическую расчетную схему сооружения, составлять и решать дифференциальные уравнения движения деформируемых систем в зависимости от начальных условий, определять частоты и формы свободных колебаний, а также параметры вынужденных колебаний; определять внутренние усилия в отдельных сечениях конструкций при решении динамических задач; выполнять расчет сооружений по деформированной схеме, составлять характеристические уравнения устойчивости для различных систем и сооружений, решать их с использованием современных вычислительных алгоритмов при помощи ЭВМ; выполнять расчеты строительных конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений на динамические

воздействия (в том числе импульсивные и сейсмические) и устойчивость с использованием ЭВМ, анализировать и оценивать получаемые результаты расчетов.

**Владеть:**

основными методами постановки, исследования и решения задач механики; навыками использования практических приемов и современных алгоритмов расчета сооружений на прочность, жесткость, устойчивость и динамические воздействия при помощи аналитических методов и с помощью существующих программных комплексов.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Динамика и устойчивость сооружений» составляет 180 часов, или 5 зачетных единиц.

Для специализации №1 «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений» и №2 «Строительство подземных сооружений»

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры*
		9
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	54	54
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	81	81
В том числе:		
Курсовая работа	81	81
Контрольная работа	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	27	Экзамен
Общая трудоемкость:	час	<b>180</b>
	зач. ед.	<b>5</b>

Для специализации №5 «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений»

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры*
		А
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	54	54
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	72	72
В том числе:		
Курсовая работа	72	72
Контрольная работа	-	-

Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		36	Экзамен
Общая трудоемкость:	час	<b>180</b>	<b>180</b>
	зач. ед.	<b>5</b>	<b>5</b>

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

#### 5.1.1 Для специализаций №1 «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений» и №2 «Строительство подземных сооружений»

№ п/п	Наименование раздела Дисциплины	Содержание раздела
1	Основные понятия и определения динамики сооружений	Предмет и задачи динамики сооружений. Виды колебаний. Динамические воздействия, их особенности и классификация. Силы инерции. Понятия массы, момента инерции, динамических степеней свободы системы. Динамические расчетные схемы. Понятия и расчет коэффициентов жесткости, податливости, демпфирования. Реологические модели. Три вида сил неупругого сопротивления колебаниям: вязкое, постоянное, по гипотезе Е.С. Сорокина. Уравнения движения.
2	Методы динамического расчета конструкций зданий и сооружений	Свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы при силовых и кинематических воздействиях. Прямая и обратная форма уравнений движения. Динамические параметры системы: частота круговая и техническая, период, амплитуда. Логарифмический декремент, коэффициент затухания. Влияние сил трения на амплитуду и частоту колебаний. Расчет на заданные начальные условия. Понятие об амплитудно-частотной характеристике системы (АЧХ). Резонанс. Воздействия при работе неуравновешенных машин. Вынужденные колебания балки под действием произвольного возмущения. Интеграл Дюамеля. Виброизоляция колеблющихся конструкций. Коэффициент виброизоляции. Теория вибрографа.
		Свободные и вынужденные колебания систем конечным числом степеней свободы при силовых и кинематических воздействиях. Определение частот и форм собственных колебаний. Спектр частот. Условия ортогональности собственных форм. Расчет на заданные начальные условия. Алгоритмы расчета вынужденных колебаний на силовые и кинематические воздействия, включая метод разложения решения в ряд по собственным формам. Понятие о парциальных подсистемах и частотах. Теория виброгашения.
		Свободные и вынужденные колебания простой шарнирно-опертой балки как системы с бесконечным числом степеней свободы. Определение частот и собственных форм. Динамический расчет на произвольное силовое и кинематическое возмущение с использованием разложе-

		ния по собственным формам и интеграла Дюамеля.
3	Специальные вопросы динамики сооружений	<p>Распространение волн в упругой среде. Дифференциальные уравнения колебаний упругих сред. Построение волновых решений. Волны растяжения-сжатия, сдвига и поверхностные волны. Расчет скоростей распространения волн.</p> <p>Природа землетрясений. Оценка землетрясения по магнитуде и шкале Рихтера. Сейсмическое районирование. Модели воздействий и сооружений при расчете на сейсмику. Методика динамического расчета по строительным нормам.</p> <p>Физиологическое влияние вибрации на людей. Классификация параметров, оказывающих физиологическое воздействие вибрации: частота, амплитуда и продолжительность. Санитарные нормы. Оценка влияния вибрации по перемещениям, скоростям и ускорениям. Расчет влияния вибрации по санитарным нормам для перемещений, скоростей и ускорений.</p>
4	Основные понятия и определения теории устойчивости сооружений. Методы исследования устойчивости упругих систем	Виды расчетов сооружений на статическую нагрузку. Расчеты на прочность, на устойчивость и по деформированной схеме. Дифференциальное уравнение изгиба сжато-изогнутого стержня. Основные понятия и определения теории устойчивости. Виды равновесия, виды потери устойчивости деформируемых систем. Потеря устойчивости системы «в малом» и «в большом». Понятие о потере устойчивости I и II рода. Понятие критической нагрузки. Допущения при составлении разрешающих уравнений. Понятие идеальной системы. Основные критерии и методы исследования устойчивости упругих систем: динамический, статический и энергетический.
5	Устойчивость прямых сжатых стержней	Устойчивость 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.
6	Сложные случаи исследования устойчивости сжатых стержней	Устойчивость стержней переменного сечения и стержней, нагруженных различной нагрузкой по длине стержня. Понятие о точном решении. Использование приближенных методов. Устойчивость стержня на упругом основании. Влияние деформации сдвига на величину критической силы сжатого стержня. Устойчивость составных стержней. Устойчивость центрально и внецентренно сжатых стержней с учетом упруго-пластической стадии работы материала.
7	Устойчивость рам и арок	Основные допущения. Метод сил в исследовании устойчивости рамных систем. Расчет стержневых систем на устойчивость методом перемещений. Определение критической нагрузки. Вычисление реакций сжатых стержней. Использование симметрии. Устойчивость неразрезных сжатых стержней на жестких и упругих опорах. Понятие о расчете на устойчивость арки и круглого кольца.

8	Устойчивость плоской формы изгиба балок. Устойчивость сжатых пластин	Устойчивость тонкой полосы при чистом изгибе. Устойчивость плоской формы изгиба балок. Понятие об устойчивости сжатых пластин с различными граничными условиями.
---	---	--

### 5.1.2 Для специализации №5 «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений»

№ п/п	Наименование раздела Дисциплины	Содержание раздела
1	Основные понятия и определения динамики сооружений	Предмет и задачи динамики сооружений. Виды колебаний. Динамические воздействия, их особенности и классификация. Силы инерции. Понятия массы, момента инерции, динамических степеней свободы системы. Динамические расчетные схемы. Понятия и расчет коэффициентов жесткости, податливости, демпфирования. Реологические модели. Три вида сил неупругого сопротивления колебаниям: вязкое, постоянное, по гипотезе Е.С. Сорокина. Уравнения движения.
2	Методы динамического расчета конструкций зданий и сооружений	Свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы при силовых и кинематических воздействиях. Прямая и обратная форма уравнений движения. Динамические параметры системы: частота круговая и техническая, период, амплитуда. Логарифмический декремент, коэффициент затухания. Влияние сил трения на амплитуду и частоту колебаний. Расчет на заданные начальные условия. Понятие об амплитудно-частотной характеристике системы (АЧХ). Резонанс. Воздействия при работе неуравновешенных машин. Вынужденные колебания балки под действием произвольного возмущения. Интеграл Дюамеля. Виброизоляция колеблющихся конструкций. Коэффициент виброизоляции. Теория вибрографа.
		Свободные и вынужденные колебания систем конечным числом степеней свободы при силовых и кинематических воздействиях. Определение частот и форм собственных колебаний. Спектр частот. Условия ортогональности собственных форм. Расчет на заданные начальные условия. Алгоритмы расчета вынужденных колебаний на силовые и кинематические воздействия, включая метод разложения решения в ряд по собственным формам. Понятие о парциальных подсистемах и частотах. Теория виброгашения.
		Свободные и вынужденные колебания простой шарнирно-опертой балки как системы с бесконечным числом степеней свободы. Определение частот и собственных форм. Динамический расчет на произвольное силовое и кинематическое возмущение с использованием разложения по собственным формам и интеграла Дюамеля.
3	Специальные вопросы динамики сооружений	Распространение волн в упругой среде. Дифференциальные уравнения колебаний упругих сред. Построение волновых решений. Волны растяжения-сжатия, сдвига и поверхностные волны. Расчет скоростей распространения волн.

		<p>Природа землетрясений. Оценка землетрясения по магнитуде и шкале Рихтера. Сейсмическое районирование. Модели воздействий и сооружений при расчете на сейсмике. Методика динамического расчета по строительным нормам.</p> <p>Физиологическое влияние вибрации на людей. Классификация параметров, оказывающих физиологическое воздействие вибрации: частота, амплитуда и продолжительность. Санитарные нормы. Оценка влияния вибрации по перемещениям, скоростям и ускорениям. Расчет влияния вибрации по санитарным нормам для перемещений, скоростей и ускорений.</p> <p>Аэродинамическая устойчивость. Вихревой резонанс. Флаттер. Бафтинг.</p> <p>Динамические испытания мостов: определение фактического динамического коэффициента, логарифмического декремента затуханий, построение виброграмм.</p>
4	Основные понятия и определения теории устойчивости сооружений. Методы исследования устойчивости упругих систем	<p>Виды расчетов сооружений на статическую нагрузку. Расчеты на прочность, на устойчивость и по деформированной схеме. Дифференциальное уравнение изгиба сжато-изогнутого стержня. Основные понятия и определения теории устойчивости. Виды равновесия, виды потери устойчивости деформируемых систем. Потеря устойчивости системы «в малом» и «в большом». Понятие о потере устойчивости I и II рода. Понятие критической нагрузки. Допущения при составлении разрешающих уравнений. Понятие идеальной системы. Основные критерии и методы исследования устойчивости упругих систем: динамический, статический и энергетический.</p>
5	Устойчивость прямых сжатых стержней	<p>Устойчивость 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.</p>
6	Сложные случаи исследования устойчивости сжатых стержней	<p>Устойчивость стержней переменного сечения и стержней, нагруженных различной нагрузкой по длине стержня. Понятие о точном решении. Использование приближенных методов. Устойчивость стержня на упругом основании. Влияние деформации сдвига на величину критической силы сжатого стержня. Устойчивость составных стержней. Устойчивость центрально и внецентренно сжатых стержней с учетом упруго-пластической стадии работы материала.</p>
7	Устойчивость рам и арок	<p>Основные допущения. Метод сил в исследовании устойчивости рамных систем. Расчет стержневых систем на устойчивость методом перемещений. Определение критической нагрузки. Вычисление реакций сжатых стержней. Использование симметрии. Устойчивость неразрезных сжатых стержней на жестких и упругих опорах. Понятие о расчете на устойчивость арки и круглого кольца.</p>
8	Устойчивость плоской	<p>Устойчивость тонкой полосы при чистом изгибе. Устой-</p>

формы изгиба балок. Устойчивость сжатых пластин	чивость плоской формы изгиба балок. Понятие об устойчивости сжатых пластин с различными граничными условиями.
--	---

## 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

**5.2.1 Для специализаций №1 «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений», №2 «Строительство подземных сооружений», №5 «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений»**

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№№ разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Сейсмостойкость сооружений	+	+	+	-	-	-	-	-

## 5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

**5.3.1 Для специализации №1 «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений» и №2 «Строительство подземных сооружений»**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Экзамен	Всего час.
1	Основные понятия и определения динамики сооружений	2	4	-	6	2	14
2	Методы динамического расчета конструкций зданий и сооружений	6	20	-	20	7	53
3	Специальные вопросы динамики сооружений	2	6	-	15	4	27
4	Основные понятия и определения теории устойчивости сооружений. Методы исследования устойчивости упругих систем	2	-	-	6	2	10
5	Устойчивость прямых сжатых стержней	2	6	-	12	3	23
6	Сложные случаи исследования устойчивости сжатых стержней	2	8	-	10	3	23
7	Устойчивость рам и арок	1	6	-	6	3	16
8	Устойчивость плоской формы изгиба балок. Устойчивость сжатых пластин	1	4	-	6	3	14

**5.3.2 Для специализации №5 «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений»**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Экзамен	Всего час.
1	Основные понятия и определения динамики сооружений	2	4	-	6	4	16
2	Методы динамического расчета конструкций зданий и сооружений	6	10	-	16	12	44
3	Специальные вопросы динамики сооружений	2	16	-	18	4	40
4	Основные понятия и определения теории устойчивости сооружений. Методы исследования устойчивости упругих систем	2	-	-	2	4	8
5	Устойчивость прямых сжатых стержней	2	6	-	8	4	20
6	Сложные случаи исследования устойчивости сжатых стержней	2	8	-	10	4	24
7	Устойчивость рам и арок	1	6	-	7	2	16
8	Устойчивость плоской формы изгиба балок. Устойчивость сжатых пластин	1	4	-	5	2	12

#### 5.4. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом.

#### 5.5. Практические занятия

##### 5.5.1 Для специализаций №1 «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений» и №2 «Строительство подземных сооружений»

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час)
1-ая часть курса			
1	1	Определение коэффициентов жесткости, податливости, инертности.	2
2		Определение динамических степеней свободы системы. Выбор динамической расчетной схемы.	2
3	2	Примеры на свободные колебания системы с одной степенью свободы. Расчет на заданные начальные условия	2
4		Примеры на вынужденные колебания систем с одной степенью свободы.	2
5		Примеры расчета виброизоляции	2
6		Демонстрация лабораторной работы – измерение с помощью вибрографа динамических параметров: частоты и логарифмического декремента нагруженной деревянной балки.	2
7		Расчет свободных колебаний системы с двумя степенями свобо-	4

		ды с использованием прямой и обратной форм записи дифференциальных уравнений движения	
8		Расчет вынужденных колебаний системы с двумя степенями свободы с использованием прямой и обратной форм записи дифференциальных уравнений движения	4
9		Расчет виброгашения. Пример расчета фундамента под молот.	2
10		Расчет частот и собственных форм шарнирно-опертой балки. Динамический расчет балки при произвольном возмущении с использованием разложения по собственным формам и интеграла Дюамеля.	2
11	3	Расчет скоростей распространения волн в упругой среде	1
12		Расчет двухэтажного каркасного здания на сейсмические нагрузки	4
13		Расчет влияния вибрации по санитарным нормам для перемещений, скоростей и ускорений.	1
2-ая часть курса			
14	4	Основные понятия и определения теории устойчивости сооружений. Методы исследования устойчивости упругих систем	-
15	5	Примеры расчета устойчивости прямых сжатых стержней	6
16	6	Примеры расчета устойчивости стержней переменного сечения, стержней, нагруженных различной нагрузкой по длине стержня. Расчет устойчивости стержня на упругом основании. Устойчивость составных стержней. Устойчивость центрально и внецентренно сжатых стержней с учетом упруго-пластической работы материала.	8
17	7	Примеры расчета рам на устойчивость с помощью метода перемещений. Примеры расчета на устойчивость арок и арочных систем.	6
18	8	Устойчивость плоской формы изгиба балок. Устойчивость сжатых пластин	4

### 5.5.2 Для специализации №5 «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений»

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час)
1	1	Определение коэффициентов жесткости, податливости, инертности.	2
2		Определение динамических степеней свободы системы. Выбор динамической расчетной схемы.	2
3	2	Примеры на свободные колебания системы с одной степенью свободы. Расчет на заданные начальные условия	1
4		Примеры на вынужденные колебания систем с одной степенью свободы.	1
5		Примеры расчета виброизоляции	1
6		Демонстрация лабораторной работы – измерение с помощью вибрографа динамических параметров: частоты и логарифмического декремента нагруженной деревянной балки.	1
7		Расчет свободных колебаний системы с двумя степенями свободы с использованием прямой и обратной форм записи дифференциальных уравнений движения	2
8		Расчет вынужденных колебаний системы с двумя степенями сво-	1

		боды с использованием прямой и обратной форм записи дифференциальных уравнений движения	
9		Расчет виброгашения. Пример расчета фундамента под молот.	1
10		Расчет частот и собственных форм шарнирно-опертой балки. Динамический расчет балки при произвольном возмущении с использованием разложения по собственным формам и интеграла Дюамеля.	2
11	3	Расчет аэродинамической устойчивости большепролетных мостов	4
12		Расчет рамного моста на сейсмические нагрузки	8
13		Составление виброграммы колебаний пролетного строения моста при испытаниях	4
14	4	Основные понятия и определения теории устойчивости сооружений. Методы исследования устойчивости упругих систем	-
15	5	Примеры расчета устойчивости прямых сжатых стержней	6
16	6	Примеры расчета устойчивости стержней переменного сечения, стержней, нагруженных различной нагрузкой по длине стержня. Расчет устойчивости стержня на упругом основании. Устойчивость составных стержней. Устойчивость центрально и внецентренно сжатых стержней с учетом упруго-пластической работы материала.	8
17	7	Примеры расчета рам на устойчивость с помощью метода перемещений. Примеры расчета на устойчивость арок и арочных систем.	6
18	8	Устойчивость плоской формы изгиба балок. Устойчивость сжатых пластин. Расчет двутавровой стальной балки пролетного строения на стадии надвижки.	4

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ, КУРСОВЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Курсовые проекты и контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

Курсовая работа выполняется на тему:

**Для специализации №1** «Расчет колебаний высотного здания на динамическое воздействие от пульсации ветра».

**Для специализации №2** «Расчет устойчивости сжатой гофрированной арки на стадии засыпки котлована».

**Для специализации №5** «Расчет железобетонного моста на сейсмические нагрузки»

Курсовая работа состоит из пояснительной записки (30-40 стр. текста на листах формата А4) и графической части (2 листа формата А1).

Курсовая работа разрабатывается студентом в процессе самостоятельной работы, используя знания, полученные из лекционного материала и на практических занятиях, а также индивидуальные консультации с преподавателем.

Оценку курсовой работы проводит преподаватель по результатам защиты работы студентом.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

**7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы для специализации №1 «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений» и №2 «Строительство подземных сооружений»**

№ п/п	Компетенции (профессиональная – ПК, профессионально-специализированная – ПСК)	Форма контроля	Семестр
1	ОПК-7. Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат	Экзамен (Э) Курсовая работа (КР)	9
2	ПК-11. Владение методами математического (компьютерного) моделирования на базе универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам	Экзамен (Э) Курсовая работа (КР)	9

**7.2 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы для специализации №5 «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений»**

№ п/п	Компетенции (профессиональная – ПК, профессионально-специализированная – ПСК)	Форма контроля	Семестр
1	ОПК-7. Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат	Экзамен (Э) Курсовая работа (КР)	А
2	ПК-11. Владение методами математического (компьютерного) моделирования на базе универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам	Экзамен (Э) Курсовая работа (КР)	А

зированного проектирования, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам		
--	--	--

**7.3 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для специализации №1 «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений», №2 «Строительство подземных сооружений» и №5 «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений»**

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Форма контроля			
		Тесты	Зачет	КР	Экзамен
Знает	Основы динамики сооружений, включая анализ расчетных схем, методы составления и решения дифференциальных уравнений движения упругих систем, расчет свободных и вынужденных колебаний систем при различных динамических воздействиях; теорию устойчивости сооружений, включая методы составления и решения уравнений устойчивости и определения критических нагрузок (ОПК-7, ПК-11).	-	-	+	+
Умеет	Самостоятельно использовать практические методы определения частот свободных колебаний и собственных форм, параметров вынужденных колебаний, анализа устойчивости стержневых систем, содержащиеся в учебной и справочной литературе по предмету. Расширять свои познания в области указанных разделов строительной механики (ОПК-7, ПК-11).	-	-	+	+
Владеет	Первичными навыками и основными методами решения стандартных задач динамики сооружений и теории устойчивости (ОПК-7, ПК-11).	-	-	+	+

**7.4 Этап текущего контроля знаний**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по пятибалльной шкале с оценками:

- «отлично»

- «хорошо»
- «удовлетворительно»
- «неудовлетворительно»
- «не аттестован»

**Для специализаций №1 «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений», №2 «Строительство подземных сооружений» и №5 «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений»**

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	Основы динамики сооружений, включая анализ расчетных схем, методы составления и решения дифференциальных уравнений движения упругих систем, расчет свободных и вынужденных колебаний систем при различных динамических воздействиях; теорию устойчивости сооружений, включая методы составления и решения уравнений устойчивости и определения критических нагрузок (ОПК-7, ПК-11).	Отлично	Полное или частичное (по уважительным причинам) посещение лекционных и практических занятий. Выполнение разделов курсовой работы с оценкой «отлично» в установленные сроки. Результат промежуточного тестирования с оценкой «отлично».
Умеет	Самостоятельно использовать практические методы определения частот свободных колебаний и собственных форм, параметров вынужденных колебаний, анализа устойчивости стержневых систем, содержащиеся в учебной и справочной литературе по предмету. Расширять свои познания в области указанных разделов строительной механики (ОПК-7, ПК-11).		
Владеет	Первичными навыками и основными методами решения стандартных задач динамики сооружений и теории устойчивости (ОПК-7, ПК-11).		
Знает	Основы динамики сооружений, включая анализ расчетных схем, методы составления и решения дифференциальных уравнений движения упругих систем, расчет свободных и вынужденных колебаний систем при различных динамических воздействиях; теорию устойчивости сооружений, включая методы составления и решения уравнений устойчивости и определения критических нагрузок (ОПК-7, ПК-11).	Хорошо	Полное или частичное (по уважительным причинам) посещение лекционных и практических занятий. Выполнение разделов

Умеет	Самостоятельно использовать практические методы определения частот свободных колебаний и собственных форм, параметров вынужденных колебаний, анализа устойчивости стержневых систем, содержащиеся в учебной и справочной литературе по предмету. Расширять свои познания в области указанных разделов строительной механики (ОПК-7, ПК-11).		лов курсовой работы с оценкой «хорошо». Результаты промежуточного тестирования с оценками «хорошо» или «отлично».
Владеет	Первичными навыками и основными методами решения стандартных задач динамики сооружений и теории устойчивости (ОПК-7, ПК-11).		
Знает	Основы динамики сооружений, включая анализ расчетных схем, методы составления и решения дифференциальных уравнений движения упругих систем, расчет свободных и вынужденных колебаний систем при различных динамических воздействиях; теорию устойчивости сооружений, включая методы составления и решения уравнений устойчивости и определения критических нагрузок (ОПК-7, ПК-11).	Удовлетворительно	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Удовлетворительное или с отставанием выполнение курсовой работы. Удовлетворительные результаты промежуточного тестирования.
Умеет	Самостоятельно использовать практические методы определения частот свободных колебаний и собственных форм, параметров вынужденных колебаний, анализа устойчивости стержневых систем, содержащиеся в учебной и справочной литературе по предмету. Расширять свои познания в области указанных разделов строительной механики (ОПК-7, ПК-11).		
Владеет	Первичными навыками и основными методами решения стандартных задач динамики сооружений и теории устойчивости (ОПК-7, ПК-11).		
Знает	Основы динамики сооружений, включая анализ расчетных схем, методы составления и решения дифференциальных уравнений движения упругих систем, расчет свободных и вынужденных колебаний систем при различных динамических воздействиях; теорию устойчиво-	Неудовлетворительно	Частичное (без уважительных причин) посещение лекционных и практиче-

	сти сооружений, включая методы составления и решения уравнений устойчивости и определения критических нагрузок (ОПК-7, ПК-11).		ских занятий. Незамостоятельное и неудовлетворительное выполнение курсовой работы. Неудовлетворительные результаты промежуточного тестирования.
Умеет	Самостоятельно использовать практические методы определения частот свободных колебаний и собственных форм, параметров вынужденных колебаний, анализа устойчивости стержневых систем, содержащиеся в учебной и справочной литературе по предмету. Расширять свои познания в области указанных разделов строительной механики (ОПК-7, ПК-11).		
Владеет	Первичными навыками и основными методами решения стандартных задач динамики сооружений и теории устойчивости (ОПК-7, ПК-11).		
Знает	Основы динамики сооружений, включая анализ расчетных схем, методы составления и решения дифференциальных уравнений движения упругих систем, расчет свободных и вынужденных колебаний систем при различных динамических воздействиях; теорию устойчивости сооружений, включая методы составления и решения уравнений устойчивости и определения критических нагрузок (ОПК-7, ПК-11).	Не аттестован	Непосещение лекционных и практических занятий. Невыполненная курсовая работа. Невыполненное тестирование.
Умеет	Самостоятельно использовать практические методы определения частот свободных колебаний и собственных форм, параметров вынужденных колебаний, анализа устойчивости стержневых систем, содержащиеся в учебной и справочной литературе по предмету. Расширять свои познания в области указанных разделов строительной механики (ОПК-7, ПК-11).		
Владеет	Первичными навыками и основными методами решения стандартных задач динамики сооружений и теории устойчивости (ОПК-7, ПК-11).		

**7.5 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и(или) опыта деятельности.**

Текущий контроль успеваемости осуществляется на практических занятиях в виде опроса пройденного теоретического материала и умения применять его к решению задач.

**7.5.1 Примерная тематика РГР.**

Проведение РГР не предусмотрено учебным планом дисциплины.

**7.5.2 Примерная тематика и содержание КР.**

Проведение КР не предусмотрено учебным планом дисциплины.

**7.5.3 Вопросы для коллоквиумов.**

Проведение коллоквиумов не предусмотрено учебным планом дисциплины.

**7.5.4 Задания для тестирования**

Тестирование не предусмотрено учебным планом дисциплины.

**7.5.5 Вопросы к экзамену для специализации №1 «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений», №2 «Строительство подземных сооружений» и №5 «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений»**

Раздел 1. Предмет и задачи динамики сооружений. Виды колебаний. Динамические воздействия, их особенности и классификация. Динамические расчетные схемы. Силы инерции. Основные понятия динамики сооружений: число динамических степеней свободы; коэффициенты инерции при поступательном (масса) и вращательном (момент инерции) движении; коэффициенты жесткости и податливости. Реологические модели. Три вида сил неупругого сопротивления колебаниям: вязкое, постоянное, по гипотезе Е.С. Сорокина. Уравнения движения в прямой и обратной форме.

Раздел 2. Свободные колебания системы с одной степенью свободы с учетом вязкого трения. Динамические параметры системы: частота круговая и техническая, период, амплитуда, начальная фазы колебаний, логарифмический декремент, коэффициент затухания. Влияние сил трения на амплитуду и частоту колебаний. Расчет на заданные начальные условия. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы при силовых и кинематических воздействиях. Анализ колебаний, переходный и установившийся процессы. Амплитудно-частотная (АЧХ) и фазо-частотная (ФЧХ) характеристики системы. Резонанс. Динамический коэффициент. Воздействия при работе неуравновешенных машин. Интеграл Дюамеля. Виброизоляция колеблющихся конструкций. Коэффициент виброизоляции. Принципы устройства приборов для записи механических колебаний. Лабораторная работа «Экспериментальное определение частоты и декремента колебаний системы с одной степенью свободы». Теория виброизоляции, активная и пассивная виброизоляция.

Свободные колебания системы с произвольным конечным числом степеней свободы. Определение собственных частот и форм. Спектр частот. Ортогональность собственных форм. Расчет свободных колебаний при заданных начальных условиях, определение амплитуд и начальных фаз. Вынужденные установившиеся колебания системы с конечным числом степеней свободы при силовых и кинематических воздействиях. Определение амплитуд, амплитудно-частотная характеристика, условия возникновения резонанса. Понятие о парциальных подсистемах и частотах. Теория виброгашения.

Свободные и вынужденные колебания простой шарнирно-опертой балки как системы с бесконечным числом степеней свободы. Определение частот и собственных форм. Динамический расчет на произвольное силовое и кинематическое возмущение с использованием разложения по собственным формам и интеграла Дюамеля.

Раздел 3. Распространение волн в упругой среде. Дифференциальные уравнения колебаний упругих сред. Построение волновых решений. Волны растяжения-сжатия, сдвига и поверхностные волны. Расчет скоростей распространения волн. Природа землетрясений. Оценка землетрясения по магнитуде и шкале Рихтера. Сейсмическое районирование. Модели воздействий и сооружений при расчете на сейсмические воздействия. Методика динамического расчета по строительным нормам.

Физиологическое влияние вибрации на людей. Классификация параметров, оказывающих физиологическое воздействие вибрации: частота, амплитуда и продолжительность. Оценка влияния вибрации по санитарным нормам для перемещений, скоростей и ускорений.

Раздел 4. Виды расчетов сооружений на статическую нагрузку. Расчеты на прочность, на устойчивость и по деформированной схеме. Дифференциальное уравнение изгиба сжато-изогнутого стержня. Влияние продольной силы на внутренние усилия в стержне.

Основные понятия и определения теории устойчивости. Виды равновесия, виды потери устойчивости деформируемых систем. Потеря устойчивости системы «в малом» и «в большом». Понятие о потере устойчивости I и II рода. Понятие критической нагрузки. Допущения при составлении разрешающих уравнений. Понятие идеальной системы. Основные критерии и методы исследования устойчивости упругих систем: динамический, статический и энергетический.

Раздел 5. Устойчивость сжатого стержня постоянного сечения. 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.

Раздел 6. Устойчивость стержней переменного сечения и стержней, нагруженных различной нагрузкой по длине стержня. Понятие о точном решении. Использование приближенных методов. Устойчивость стержня на упругом основании. Влияние деформации сдвига на величину критической силы сжатого стержня. Устойчивость составных стержней. Устойчивость цен-

трально и внецентренно сжатых стержней с учетом упруго-пластической стадии работы материала.

Раздел 7. Устойчивость рам и арок. Основные допущения. Метод сил в исследовании устойчивости рамных систем. Расчет стержневых систем на устойчивость методом перемещений. Определение критической нагрузки. Вычисление реакций сжатых стержней. Использование симметрии. Устойчивость неразрезных сжатых стержней на жестких и упругих опорах. Понятие о расчете на устойчивость арки и круглого кольца.

Раздел 8. Устойчивость тонкой полосы при чистом изгибе. Устойчивость плоской формы изгиба балок. Понятие об устойчивости сжатых пластин с различными граничными условиями.

## 7.6 Паспорт фонда оценочных средств

### 7.6.1 Паспорт фонда оценочных средств для специализации №1 «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений», №2 «Строительство подземных сооружений» и №5 «Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений»

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплин)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочных средств
1	Основные понятия и определения динамики сооружений	ОПК-7, ПК-11	Экзамен (Э) Курсовая работа (КР)
2	Методы динамического расчета конструкций зданий и сооружений	ОПК-7, ПК-11	Экзамен (Э) Курсовая работа (КР)
3	Специальные вопросы динамики сооружений	ОПК-7, ПК-11	Экзамен (Э) Курсовая работа (КР)
4	Основные понятия и определения теории устойчивости сооружений. Методы исследования устойчивости упругих систем	ОПК-7, ПК-11	Экзамен (Э) Курсовая работа (КР)
5	Устойчивость прямых сжатых стержней	ОПК-7, ПК-11	Экзамен (Э) Курсовая работа (КР)
6	Сложные случаи исследования устойчивости сжатых стержней	ОПК-7, ПК-11	Экзамен (Э) Курсовая работа (КР)
7	Устойчивость рам и арок	ОПК-7, ПК-11	Экзамен (Э) Курсовая работа (КР)
8	Устойчивость плоской формы изгиба балок. Устойчивость сжатых пластин	ОПК-7, ПК-11	Экзамен (Э) Курсовая работа (КР)

### 7.7 Порядок процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности на этапе промежуточного контроля знаний

Оценка знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности производится в результате контроля выполнения заданий на практических занятиях, в виде опроса теоретического материала и умения применять их на практике, и при проведении зачета и/или экзамена.

При проведении письменного зачета (экзамена) обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном зачете (экзамене) не должен превышать двух астрономических часов

Во время проведения зачета (экзамена) обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины.

### **7.8 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)**

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекции	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в рабочую тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с нормативной, справочной и методической литературой. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение задач по алгоритму.
Подготовка к экзамену и зачету	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

### **8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

№ п/п	Наименование дисциплин, входящих в заявленную образовательную программу	Кол-во обучающихся, изучающих дисциплину	Автор, название, место издания, год издания учебной литературы, вид и характеристика информационных ресурсов	Кол-во экземпляров
Основная литература				
1	Динамика и устойчивость сооружений	100	Динамика сооружений. Учебное пособие/ Ананьин А.И., Баранов В.А., Барченков А.Г. Воронеж, изд-во ВГУ, 1987 – 192 с.	350
2	Динамика и устойчивость сооружений	100	Дарков А.В. , Шапошников Н.Н. Строительная механика: Учебник – СПб.: Издательство «Лань», 2004 г.	Электронный ресурс

			– 656 с.	курс
3	Динамика и устойчивость сооружений	100	Глухов Л.В., Иванов С.Д., Лукашина Н.В., Преображенский И.Н. «Динамика, прочность и надежность элементов инженерных сооружений» / Учебное пособие. - М.: АСВ, 2003. - 303 с.	
4	Динамика и устойчивость сооружений	100	Смирнов А.Ф. Александров А.В. и др. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений. /Под ред. А.Ф. Смирнова. - М.: Стройиздат, 1984. - 416с.	
5	Динамика и устойчивость сооружений	100	Клейн Г.К, Рекач В.Т., Розенблат Г.И. Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики (основы теории устойчивости динамики сооружений и расчета пространственных систем). - М.: Высшая школа, 1972.- 318 с.	
6	Динамика и устойчивость сооружений	100	Колкунов Н.В. Пособие по строительной механике стержневых систем. Статически неопределимые системы. Устойчивость. Динамика (часть 2). Москва. МГАКХиС, 2009 г. -106с.	
7	Динамика и устойчивость сооружений	100	Гаскин В.В., Снитко А.Н., Соболев В.И. Динамика и сейсмостойкость зданий и сооружений. Монография в трех томах. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та. 1992.	
8	Динамика и устойчивость сооружений	100	Гаскин В.В., Соболев В.И. Имитационное моделирование сейсмических процессов в протяженных сооружениях // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. – 2004. № 2. – с. 25 – 33.	
9	Динамика и устойчивость сооружений	100	Сафронов В.С. Расчет висячих и вантовых мостов на подвижную нагрузку. Учебное пособие. 1994 – 338с.	
10	Динамика и устойчивость сооружений	100	Завриев К.С. и др. Основы теории сейсмостойкости зданий и сооружений.- М.: Стройиздат, 1970.- 224 с.	
11	Динамика и	100	Киселев В.А. Строительная меха-	

	устойчивость сооружений		ника. Специальный курс (Динамика и устойчивость сооружений). - М.: Стройиздат, 1964, 332 с.	
12	Динамика и устойчивость сооружений	100	Пановко Я.Г., Губанова И.И. Устойчивость и колебания упругих систем. Современные концепции, парадоксы и ошибки. 4-е издание. М.: Наука, 1987. - 352 с.	

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

№ п/п	Наименование изданий	Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1	Расчет динамического давления при движении автомобиля по неровному пути	Методические указания	Гриднев С.Ю. Хмыров А.Ф.	1998	Библиотека – 80 экз.
2	Расчет свободных колебаний динамической системы с тремя степенями свободы	Методические указания	Гриднев С.Ю.	1998	Библиотека – 80 экз.
3	Расчет устойчивости рамы методом перемещений	Методические указания	Мальцев Р.И., Хмыров А.Ф.	1983	Библиотека – 150 экз.

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**10.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля):**

### 10.1.1 Основная:

1. Ананьин А.И., Баранов В.А., Барченков А.Г. Динамика сооружений. Воронеж, Изд-во ВГУ, 1987 г. – 192 с.
2. Дарков А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика: Учебник – СПб.: Издательство «Лань», 2004 г. – 656 с.
3. Глухов Л.В., Иванов С.Д., Лукашина Н.В., Преображенский И.Н. «Динамика, прочность и надежность элементов инженерных сооружений» / Учебное пособие. - М.: АСВ, 2003. - 303 с.

4. Смирнов А.Ф. Александров А.В. и др. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений. /Под ред. А.Ф. Смирнова. - М.: Стройиздат, 1984. - 416с.
5. Клейн Г.К., Рекач В.Т., Розенблат Г.И. Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики (основы теории устойчивости динамики сооружений и расчета пространственных систем). - М.: Высшая школа, 1972.- 318 с.

#### **10.1.2 Дополнительная:**

1. Колкунов Н.В. Пособие по строительной механике стержневых систем. Статически неопределимые системы. Устойчивость. Динамика (часть 2). Москва. МГАКХиС, 2009 г. -106с.
2. Гаскин В.В., Снитко А.Н., Соболев В.И. Динамика и сейсмостойкость зданий и сооружений. Монография в трех томах. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та. 1992.
3. Гаскин В.В., Соболев В.И. Имитационное моделирование сейсмических процессов в протяженных сооружениях // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. ИрГУПС. – 2004. № 2. – с. 25 – 33.
4. Сафронов В.С. Расчет висячих и вантовых мостов на подвижную нагрузку. Учебное пособие. 1994 – 338с.
5. Завриев К.С. и др. Основы теории сейсмостойкости зданий и сооружений.- М.: Стройиздат, 1970.- 224 с.
6. Киселев В.А. Строительная механика. Специальный курс ( Динамика и устойчивость сооружений). - М.: Стройиздат, 1964, 332 с.
7. Пановко Я.Г., Губанова И.И. Устойчивость и колебания упругих систем. Современные концепции, парадоксы и ошибки. 4-е издание. М.: Наука, 1987. - 352 с.

#### **10.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине(модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:**

Консультирование посредством электронной почты.

Использование презентаций при проведении лекционных занятий.

Приобретение знаний в процессе общения со специалистами в области технологии строительного производства на профильных специализированных сайтах (форумах).

Программный комплекс ЛИРА-САПР

При проведении практических занятий используется информационная система Строй Консультант.

#### **10.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины(модуля):**

- Информационная система Госстроя России по нормативно - технической документации для строительства – [www.skonline.ru](http://www.skonline.ru);
- Программное обеспечение для проектирования. Специализированный сайт по СПДС – <http://dwg.ru/>;

- Электронная строительная библиотека – [http://www.proektanti.ru/library/index/?category\\_id=12;](http://www.proektanti.ru/library/index/?category_id=12;)
- Библиотека нормативно-технической литературы – [www.complexdoc.ru](http://www.complexdoc.ru)
- <http://catalog2.vgasu.vrn.ru/MarcWeb2> - электронная библиотека
- [www.edu.vgasu.ru](http://www.edu.vgasu.ru) – учебный портал ВГАСУ;
- [elibrary.ru](http://elibrary.ru);
- [www.twirpx.com](http://www.twirpx.com) – все для студента
- <http://vipbook.info> - электронная библиотека
- [www.liraland.ru](http://www.liraland.ru)
- [www.scadgroup.com](http://www.scadgroup.com)
- <http://www.I-exam.ru>. (Интернет – тренажеры (ИТ)). Разработанные НИИ мониторинга качества образования.
- <http://www.fepo.ru>. (репетиционное тестирование при подготовке к федеральному Интернет - экзамену).
- Библиотека программ, разработанная на кафедре строительной механики для выполнения РГР.

Для работы с электронными учебниками требуется наличие таких программных средств, как Adobe Reader для Windows и DjVuBrowserPlugin.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Для освоения теоретического (лекционного) и практического материалов по дисциплине имеются специализированные аудитории 7314, 4308, 4301, оснащенные необходимыми наглядными пособиями (макеты, образцы квалификационных работ и т.д.).

Занятия, связанные с необходимостью компьютерного проектирования, поиска электронной информации и ознакомления с ней имеются компьютерные классы (ауд. 7312, 4301), оснащенный выходом в сеть Интернет, и аудитории, оборудованные техническими средствами представления видео и аудио информации (ауд. 2203, 7309, 4301, 4308).

В учебном процессе применяется ноутбук с мультимедийным проектором.

Нормативный и методический материал, размещен в методическом кабинете (ауд. 7316, 4307).

## **12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)**

На лекциях при изложении материала следует пользоваться иллюстративным материалом, ориентированным на использование мультимедийного презентационного оборудования и содержащим записи основных методов выполнения строительно-монтажных работ, а также отображающим характерные последовательности выполнения технологических операций.

Образовательные технологии: метод проблемного изложения материала, самостоятельное изучение студентами учебной, учебно-методической и справочной литературы, свободные дискуссии по освоенному им материалу

на практических занятиях, использование иллюстративных видеоматериалов (DVD-фильмы, слайд-шоу, INTERNET-ресурсы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений (уровень специалиста) (Утвержден приказом Мин. Образования и науки РФ от 11.08.2016 г. № 1030)

Руководитель ОПОП ВО  
доцент, канд. техн. наук, доцент

Ю.Ф. Рогатнев

Руководитель ОПОП ВО  
профессор, канд. техн. наук, доцент

С.В. Иконин

Руководитель ОПОП ВО  
доцент, канд. техн. наук, доцент

А.В. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией строительного факультета  
« 1 » сентября 2017 г., протокол № 1

Председатель  
профессор, канд. экон. наук, доцент

В.Б. Власов

Рабочая программа одобрена методической комиссией дорожно-транспортного факультета  
« 1 » сентября 2017 г., протокол № 1

Председатель  
профессор, д-р техн. наук, профессор

Ю.И. Калгин