

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Декан ИСА

УТВЕРЖДАЮ /А.И. Толстухин/
(Ф.И.О. декана (директора института))

02.02.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

С.1.1.31 Строительная механика

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Квалификация выпускника

Специалист

(бакалавр/магистр/специалист)

Специализация

Строительство высотных и большепролетных зданий и
сооружений

Курс 3, 4, 5
Семестр 5, 6, 7, 8, 9

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	720 / 20	часов/зачетных единиц
Лекции	118	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	168	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	286	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	362	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	6, 7	семестр
Зачет	8	семестр
БРК, ДЗ	5, 9	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Программу составили:

заведующий кафедрой с ученой степенью доктора наук и ученым званием "профессор"	СМиПМ	СОГЛАСОВАНО	С.П. Иванов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)
старший преподаватель	СМиПМ	СОГЛАСОВАНО	А.С. Иванова
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра сопротивления материалов и прикладной механики

(наименование кафедры)			
26.01.2022	протокол №	5	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	С.П. Иванов	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	В.М. Поздеев
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	И.С. Сабанцева
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Зверев Л.В., начальник технического отдела Автономного учреждения
Республики Марий Эл Управление государственной экспертизы проектной документации и
ре

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 07.02.2022 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-2 Способность осуществлять и контролировать выполнение расчётного и конструктивного обоснования проектных решений высотных и большепролетных зданий и сооружений специального назначения	ПК-2.2 Выбор и систематизация информации о здании (сооружении), инженерных сетях, в том числе проведение документального исследования с целью подготовки данных для проведения выполнения расчётного и конструктивного обоснования проектных решений зданий и сооружений специального назначения	<p>знания: как выбирать и систематизировать информацию о здании (сооружении), инженерных сетях, в том числе проводить документальное исследование с целью подготовки данных для проведения выполнения расчётного и конструктивного обоснования проектных решений зданий и сооружений специального назначения</p> <p>умения: выбирать и систематизировать информацию о здании (сооружении), инженерных сетях, в том числе проводить документальное исследование с целью подготовки данных для проведения выполнения расчётного и конструктивного обоснования проектных решений зданий и сооружений специального назначения</p> <p>навыки: выбора и систематизации информации о здании (сооружении), инженерных сетях, в том числе проведения документального исследования с целью подготовки данных для проведения выполнения расчётного и конструктивного обоснования проектных решений зданий и сооружений специального назначения</p>
	ПК-2.6 Назначение основных параметров усиления строительной конструкции зданий и сооружений специального назначения с учетом дефектов и повреждений элементов, условий эксплуатации.	<p>знания: как определять основные параметры усиления строительной конструкции зданий и сооружений специального назначения с учетом дефектов и повреждений элементов, условий эксплуатации</p> <p>умения: определять основные параметры усиления строительной конструкции зданий и сооружений специального назначения с учетом дефектов и повреждений элементов, условий эксплуатации</p> <p>навыки: определения основных параметров усиления строительной конструкции зданий и сооружений специального назначения с учетом дефектов и повреждений элементов, условий эксплуатации.</p>
2. ПК-5 Способность осуществлять и контролировать выполнение расчётного обоснования проектных решений высотных и большепролетных зданий и сооружений	ПК-5.3 Сбор нагрузок и воздействий на высотное или большепролетное здание (сооружение)	<p>знания: как определять нагрузки и воздействия на высотное или большепролетное здание (сооружение)</p> <p>умения: определять нагрузки и воздействия на высотное или большепролетное здание (сооружение)</p> <p>навыки: определения нагрузок и воздействий на высотное или большепролетное здание (сооружение)</p>
	ПК-5.4 Выбор параметров расчетной схемы высотного или большепролетного здания (сооружения), строительной конструкции высотного или большепролетного здания (сооружения)	<p>знания: как выбирать параметры расчетной схемы высотного или большепролетного здания (сооружения), строительной конструкции высотного или большепролетного здания (сооружения)</p> <p>умения: выбирать параметры расчетной схемы высотного или большепролетного здания (сооружения), строительной конструкции высотного или большепролетного здания (сооружения)</p> <p>навыки: выбора параметров расчетной схемы высотного или большепролетного здания (сооружения)</p>

		(сооружения), строительной конструкции высотного или большепролетного здания (сооружения)
	ПК-5.5 Составление расчётной схемы высотного или большепролетного здания (сооружения), строительной конструкции высотного или большепролетного здания (сооружения)	знания: как составлять расчётную схему высотного или большепролетного здания (сооружения), строительной конструкции высотного или большепролетного здания (сооружения) умения: составлять расчётную схему высотного или большепролетного здания (сооружения), строительной конструкции высотного или большепролетного здания (сооружения) навыки: составления расчётной схемы высотного или большепролетного здания (сооружения), строительной конструкции высотного или большепролетного здания (сооружения)
	ПК-5.7 Выполнение расчётов и оценка прочности конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений в соответствии с выбранной методикой	знания: как выполнять расчёты и оценку прочности конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений в соответствии с выбранной методикой умения: выполнять расчёты и оценку прочности конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений в соответствии с выбранной методикой навыки: выполнения расчетов и оценки прочности конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений в соответствии с выбранной методикой
	ПК-5.8 Выполнение расчётов и оценка общей устойчивости, деформаций высотного или большепролетного здания (сооружения) и его основания в соответствии с установленной методикой	знания: как выполнять расчёты и оценку общей устойчивости, деформаций высотного или большепролетного здания (сооружения) и его основания в соответствии с установленной методикой умения: выполнять расчёты и оценку общей устойчивости, деформаций высотного или большепролетного здания (сооружения) и его основания в соответствии с установленной методикой навыки: выполнения расчетов и оценки общей устойчивости, деформаций высотного или большепролетного здания (сооружения) и его основания в соответствии с установленной методикой

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Сопротивление материалов. Основы теории упругости и пластичности (ПК-2), Конструкции из дерева и пластмасс (ПК-5), Металлические конструкции (ПК-5), Сопротивление материалов. Основы теории упругости и пластичности (ПК-5); практик: Производственная практика. Исполнительская практика (ПК-2)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Основания и фундаменты (ПК-2), Железобетонные конструкции (спецкурс) (ПК-2), Металлические конструкции (спецкурс) (ПК-2), Железобетонные и каменные конструкции (общий курс) (ПК-5), Сейсмостойкость зданий и сооружений (ПК-5); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-2), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-5)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: исследовательские, лекционные занятия, процедуры самообучения, практические занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, информационные, классическая лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Раздел 1. Кинематический анализ сооружений. Многопролётные статически определимые балки.	52	ПК-2, ПК-5
Лекция. Строительная механика ее задачи и методы. Понятие о расчетной схеме сооружения. Классификация расчетных схем сооружений. Кинематический анализ сооружений. Анализ геометрической структуры сооружений.	2	
Лекция. Принцип образования статически определимых многопролётных балок. Расчет статически определимых многопролётных балок.	2	
Лекция. Понятия о линиях влияния. Статический способ построения линий влияний в простых балках.	2	
Лекция. Кинематический способ построения линий влияний в простых балках.	2	
Лекция. Статический способ построения линий влияний в многопролётных балках.	4	
Лекция. Кинематический способ построения линий влияний в многопролётных балках.	2	
Лекция. Определение усилий по линиям влияния от неподвижной нагрузки.	2	
Практическое занятие. Кинематический анализ сооружений.	4	
Практическое занятие. Кинематический метод построения линий влияний.	4	
Практическое занятие. Кинематический анализ сооружений. Расчет многопролётных статически определимых балок на постоянную нагрузку.	2	
Практическое занятие. Расчет многопролётных статически определимых балок на подвижную нагрузку. Построение линий влияния усилий в их сечениях	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР Задания для самостоятельной работы: 1. самостоятельное изучение и конспектирование учебного материала; 2. выполнение расчетно-графического задания №1 «Расчет многопролётных статически определимых балок»; 3. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольной работы.	24	
Раздел 2. Трёхшарнирные системы	31	ПК-2, ПК-5

Лекция. Основные понятия о 3-х шарнирных системах. Расчёт 3-х шарнирных систем на действие неподвижной и подвижной нагрузок.	4	
Практическое занятие. Расчет 3-х шарнирной арки и рамы	5	
Практическое занятие. Образование и расчет 3-х шарнирных рам.	2	
Практическое занятие. Образование и расчет 3-х шарнирных арок на действие постоянной и подвижной нагрузок.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР Задания для самостоятельной работы: 1. самостоятельное изучение и конспектирование учебного материала; 2. выполнение расчетно-графического задания №2 «Расчет трехшарнирных систем»; 3. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольной работы.	18	
Раздел 3. Плоские статически определимые фермы. Определение перемещений.	61	
Лекция. Образование ферм. Расчет их на неподвижную нагрузку. Построение линий влияния усилий в стержнях ферм. Шпренгельные фермы.	4	
Лекция. Расчет арочных ферм на постоянную и подвижные нагрузки.	2	
Лекция. Расчет вантовых систем	2	
Лекция. Понятие об обобщенных силах и обобщенных перемещениях. Действительная работа внешних сил (теорема Клапейрона). Действительная работа внутренних сил. Потенциальная энергия системы. Возможная работа внешних и внутренних сил. Теорема о взаимности работ и взаимности перемещений. Вывод формулы Мора для определения перемещений.	4	
Лекция. Способ вычисления интегралов формулы Мора "перемножением" эпюр. Определение перемещений, вызванных влиянием изменения температуры и смещения	4	ПК-2, ПК-5
Практическое занятие. Определение перемещений в балках и рамах	4	
Практическое занятие. Расчет ферм на постоянную нагрузку. Построение линий влияния (ЛВ) усилий в стержнях простейших ферм.	3	
Практическое занятие. Расчет шпренгельных ферм.	2	
Практическое занятие. Расчет арочных ферм.	2	
Практическое занятие. Определение перемещений в статически определимых системах от действия нагрузок.	2	
Практическое занятие. Определение перемещений в статически определимых системах, вызванных влиянием изменения температуры и смещения опор.	2	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР Задания для самостоятельной работы: 1. самостоятельное изучение и конспектирование учебного материала; 2. выполнение расчетно-графического задания №3 «Расчет ферм»; 3. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольной работы.	30	
Иная контактная работа: консультации, дифференцированный зачет (БРК)	0	

6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Раздел 4. Расчёт статически неопределимых систем (СНС) методом сил.	82	ПК-2, ПК-5
Лекция. Свойства статически неопределимых систем. Задача расчета статически неопределимых систем и методы ее решения. Степень статической неопределимости системы. Расчет статически неопределимых систем методом сил. Основная система и канонические уравнения метода сил. Порядок расчета статически неопределимых систем методом сил. Построение эпюр M , Q , N .	4	
Лекция. Расчет статически неопределимых систем методом сил на действие температуры и смещение опор. Проверки коэффициентов и свободных членов канонических уравнений. Расчет сложных статически неопределимых систем методом сил. Использование симметрии. Способ группировки неизвестных.	4	
Лекция. Определение перемещений в статически неопределимых системах. Деформационная проверка.	4	
Лекция. Расчет статически неопределимых ферм. Расчет статически неопределимых арок.	4	
Лекция. Неразрезные балки. Вывод уравнения трех моментов. Частные случаи применения уравнений трех моментов. Порядок расчета балки	6	
Лекция. Расчет статически неопределимых систем (СНС) методом сил при действии на них нагрузки.	2	
Практическое занятие. Построение линий влияний в неразрезных балках.	3	
Практическое занятие. Определение перемещений в статически неопределимых рамах	2	
Практическое занятие. Расчет статически неопределимых систем (СНС) методом сил при действии на них нагрузки.	3	
Практическое занятие. Расчет СНС методом сил на действие температуры и осадку опор.	2	
Практическое занятие. Определение перемещений в СНС.	2	
Практическое занятие. Расчет неразрезной балки на действие постоянной и временной нагрузок.	3	
Практическое занятие. Расчет статически неопределимых	3	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР Задания для самостоятельной работы: 1. самостоятельное изучение и конспектирование учебного материала; 2. выполнение расчетно-графического задания №4 «Расчет статически неопределимых систем методом сил»; 3. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольной работы.	40	
Раздел 5. Расчёт статически неопределимых систем (СНС) методом перемещений.	62	ПК-2, ПК-5
Лекция. Сущность метода перемещений. Определение числа неизвестных. Основная система и канонические уравнения метода перемещений. Определение коэффициентов и свободных членов системы канонических уравнений метода перемещений статическим способом и "перемножением" эпюр. Теорема о взаимности реакций.	4	
Лекция. Расчет статически неопределимых систем методом перемещений на действие температуры и на смещение опор.	4	
Практическое занятие. Расчет статически неопределимых рам методом перемещений на действие нагрузок.	4	
Практическое занятие. Расчет статически неопределимых рам методом перемещений на осадки опор	4	
Практическое занятие. Расчет статически неопределимых рам методом перемещений (МП).	2	
Практическое занятие. Расчет МП статически неопределимых рам на действие температуры и смещение опор.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР Задания для самостоятельной работы: 1. самостоятельное изучение и конспектирование учебного материала; 2. выполнение расчетно-графического задания №5 «Расчет статически неопределимых систем методом перемещений»; 3. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольной работы.	40	
Иная контактная работа: консультации	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Раздел 6. Устойчивость стержневых систем.	53	ПК-2, ПК-5
Лекция. Виды равновесия. Понятие о критической нагрузке. Основные критерии устойчивости и методы исследования устойчивости упругих систем: статический и энергетический. Определение критической нагрузки для системы с одной, двумя и бесконечно большим числом степеней свободы статическим методом.	2	
Лекция. Уравнение упругой линии сжато-изогнутого стержня. Использование уравнения для исследования устойчивости стержня при различных способах закрепления его концов.	2	

Лекция. Устойчивость рам. Основные допущения. Расчет рам на устойчивость методом перемещений	2	ПК-2, ПК-5
Лекция. Вычисление реакции опор сжатых стержней. Устойчивость стержневых систем. Расчет рам на устойчивость методом сил.	2	
Практическое занятие. Устойчивость стержневой системы с двумя степенями свободы	2	
Практическое занятие. Устойчивость системы с бесконечным числом степеней свободы	2	
Практическое занятие. Исследование устойчивости стержня в упругой среде	2	
Практическое занятие. Исследование устойчивости рамы	2	
Практическое занятие. Определение критической нагрузки для систем с конечным числом степеней свободы статическим и энергетическим методами.	2	
Практическое занятие. Расчет рам на устойчивость методом перемещений.	2	
Практическое занятие. Расчет рам на устойчивость методом сил.	2	
Практическое занятие. Деформационный расчет рам. Исследование устойчивости стержневых систем с использованием уравнений начальных параметров	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР Задания для самостоятельной работы: 1. самостоятельное изучение и конспектирование учебного материала; 2. выполнение расчетно-графического задания «Расчет рам (и балок) на устойчивость методом сил», 3. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольной работы.	27	
Раздел 7. Динамика стержневых систем.	55	
Лекция. Основные понятия: виды динамических нагрузок, методы решения, степени свободы. Свободные колебания системы с одной степенью свободы.	2	
Лекция. Свободные колебания систем с несколькими степенями свободы. Вековое уравнение. Частоты и формы собственных колебаний.	2	
Лекция. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы.	2	
Лекция. Вынужденные колебания систем с несколькими степенями свободы.	2	
Лекция. Свободные колебания систем с распределенной массой	2	
Практическое занятие. Исследование колебаний консольной балки с двумя степенями свободы и консольной балки с распределенной массой	2	
Практическое занятие. Изучение свободных и вынужденных колебаний системы с одной степенью свободы	4	
Практическое занятие. Изучение зависимости частоты собственных колебаний консольного стержня от массы груза и длины стержня	2	
Практическое занятие. Колебание консольного стержня под	2	

действием внезапно приложенной нагрузки		
Практическое занятие. Свободные колебания систем с одной и несколькими степенями свободы	2	
Практическое занятие. Расчет на действие гармонической нагрузки на систему с несколькими степенями свободы.	2	
Практическое занятие. Построение эпюры динамических моментов. с использованием метода сил.	2	
Практическое занятие. Определение частот свободных колебаний стержней с распределенной массой	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР Задания для самостоятельной работы: 1. самостоятельное изучение и конспектирование учебного материала; 2. выполнение расчетно-графического задания "Динамический расчет стержневых систем с конечным числом степеней свободы"; 3. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольной работы.	27	
Иная контактная работа: консультации	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

8 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Раздел 8. Расчет балочных конструкций по предельному состоянию.	48	ПК-2, ПК-5
Лекция. Нелинейные задачи строительной механики. Основные понятия о расчете по предельному состоянию ее задачи и методы.	2	
Лекция. Основы расчета стержневых систем по предельному состоянию. Виды диаграмм деформирования материала. Диаграммы деформирования пластичных материалов. Диаграмма Прандтля. Аппроксимация нелинейных диаграмм деформирования на основе различных функций.	3	
Лекция. Предельное состояние при чистом изгибе. Понятие о пластическом шарнире.	2	
Лекция. Основные понятия о расчете неразрезных балок по предельному состоянию.	2	
Практическое занятие. Диаграммы деформирования различных материалов	1	
Практическое занятие. Лабораторные испытания простых балок на изгиб	1	
Практическое занятие. Лабораторные испытания многопролетных неразрезных балок на изгиб	1	
Практическое занятие. Расчет однопролетных статически неопределимых балок по предельному состоянию.	2	
Практическое занятие. Проверочный расчет неразрезных балок по предельному состоянию.	2	
Практическое занятие. Проектировочный расчет неразрезных балок по предельному состоянию.	2	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. изучение лекционного материала по конспектам; 2. выполнение расчетно-графического задания; 3. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольной работы.	30	ПК-2, ПК-5
Раздел 9. Расчет рамных и арочных конструкций по предельному состоянию.	60	
Лекция. Теория расчета рам по предельному состоянию. Виды механизмов разрушения.	2	
Лекция. Теория расчета арок по предельному состоянию.	2	
Лекция. Теория расчета ферм по предельному состоянию.	1	
Практическое занятие. Испытания П-образной рамы	2	
Практическое занятие. Испытания рам при различных нагрузках	2	
Практическое занятие. Лабораторные испытания арок и ферм	2	
Практическое занятие. Проверочный расчет рам.	3	
Практическое занятие. Проектировочный расчет рам.	3	
Практическое занятие. Расчет 2-х шарнирных арок.	3	
Практическое занятие. Расчет статически неопределимых	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. изучение лекционного материала по конспектам; 2. выполнение расчетно-графического задания; 3. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольной работы.	36	
Иная контактная работа: консультации, зачет	0	

9 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Раздел 10. Расчет пластинчатых систем.	74	ПК-2, ПК-5
Лекция. Основные гипотезы и допущения. Перемещения и деформации. Напряжения в пластине. Внутренние силы.	2	
Лекция. Дифференциальное уравнение изгиба срединной плоскости. Постановка граничных условий.	2	
Лекция. Вариационные методы решения задач изгиба пластин (метод Ритца, метод Бубнова-Галеркина)	2	
Лекция. Вариационный метод В.З. Власова.	3	
Лекция. Изгиб круглых пластин. Основные уравнения изгиба.	2	
Практическое занятие. Исследование прогиба шарнирно-опертой пластины	2	
Практическое занятие. Исследование прогиба защемленной по краям пластины	2	
Практическое занятие. Исследование прогиба шарнирно-опертой по трем краям пластины	2	
Практическое занятие. Исследование прогиба шарнирно-опертой круглой пластины	2	
Практическое занятие. Расчет пластины методом Бубнова-Галеркина.	2	

Практическое занятие. Расчет прямоугольной пластины вариационным методом В.З. Власова при различных граничных условиях.	4	
Практическое занятие. Расчет круглых пластин	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. изучение лекционного материала по конспектам; 2. выполнение расчетно-графического задания; 3. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольной работы.	45	
Раздел 11. Устойчивость пластин и пластинчатых систем	70	ПК-2, ПК-5
Лекция. Уравнение равновесия пластины при действии продольных и поперечных сил.	2	
Лекция. Дифференциальное уравнение устойчивости при расчете пластин и пластинчатых систем вариационным методом В.З. Власова	3	
Лекция. Уравнение устойчивости при расчете пластин энергетическим методом	2	
Практическое занятие. Исследование устойчивости шарнирно-опертой пластины	3	
Практическое занятие. Исследование устойчивости защемленной по краям пластины	3	
Практическое занятие. Проверка устойчивости пластинчатой системы на модели	3	
Практическое занятие. Расчет на устойчивость шарнирно опертой пластины при сжатии в одном направлении.	2	
Практическое занятие. Расчет на устойчивость защемленной по краям пластины при сжатии в одном направлении.	2	
Практическое занятие. Расчет пластинчатой системы на устойчивость вариационным методом В.З. Власова	2	
Практическое занятие. Устойчивость пластин и пластинчатых систем при сжатии в двух направлениях.	3	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР 1. изучение лекционного материала по конспектам; 2. выполнение расчетно-графического задания.	45	
Иная контактная работа: консультации, дифференцированный зачет (БРК)	0	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины "**Строительная механика**" рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине "Строительная механика", концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными

образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины "Строительная механика".

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины "Строительная механика", оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины "Строительная механика", к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины "Строительная механика" включает выполнение расчётно-графической работы, контрольной работы, работы по НиРС.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины "Строительная механика".

Формой промежуточной аттестации по дисциплине "Строительная механика" является зачёт, балльно-рейтинговый контроль, экзамен.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Дарков, Анатолий Владимирович. Строительная механика [Текст] : учебник / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. Изд. 12-е, стер. Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010. - 655 с. ISBN 978-5-8114-0576-3. Экземпляры: всего 47.	47
2.	Иванов, Сергей Павлович. Строительная механика [Текст] : курс лекций. Ч. 1 : Статически определяемые системы, 2007. - 75 с. Экземпляры: всего 124.	124
3.	Иванов, Сергей Павлович. Строительная механика [Текст] : курс лекций : [для студентов, магистрантов, аспирантов, преподавателей строительных и других технических специальностей и направлений подготовки] / С. П. Иванов, О. Г. Иванов; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. - 307 с. ISBN 978-5-8158-2019-7. Экземпляры: всего 34.	34 / https://portal.volgatech.net/books/Ivanov_stroitelnaia_mehnika_2018.pdf
4.	Иванов, Сергей Павлович. Строительная механика [Текст] : [лабораторный практикум : учебное пособие для студентов по направлению 270100 "Строительство"] / С. П. Иванов, О. Г. Иванов, С. Д. Гольман. Изд. 2-е, перераб. и доп. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2010. - 91 с. Экземпляры: всего 115.	115 / https://portal.volgatech.net/books/Golman_Ivanov_Str_mex.pdf
5.	Строительная механика [Текст] : контрол. задания и метод. указания к их выполнению / М-во образования и	65 / https://portal.volgatech.net/b

	науки РФ, ГОУ ВПО "Мар. гос. техн. ун-т"; [сост.: С. П. Иванов, О. Г. Иванов]. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. - 123 с. Экземпляры: всего 65.	ooks/Ivanov_stroitelnaia_mexanika2011.pdf
6.	Иванов, Сергей Павлович. Строительная механика [Текст] : статически определимые системы : сборник задач / С. П. Иванов, О. Г. Иванов, А. С. Иванова; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. - 107 с. ISBN 978-5-8158-1822-4. Экземпляры: всего 50.	50 / https://portal.volgatech.net/books/Ivanov_stroitelnaia_mexanika_2017.pdf
7.	Клейн, Георгий Константинович. Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики [Текст] : (Основы теории устойчивости, динамики сооружений и расчета пространственных систем) : Учеб. пособия для студ. строит. спец. вузов / Г. К. Клейн, В. Г. Рекач, Г. И. Розенблат. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Высшая школа, 1972. - 317 с. Экземпляры: всего 29.	29
8.	Самуль, Владислав Иосифович. Основы теории упругости и пластичности [Текст] : [учеб. пособия для строит. специальностей вузов] / Самуль, Владислав Иосифович. 2-е изд., перераб. Москва: Высшая школа, 1982. - 263 с. Экземпляры: всего 24.	24
9.	Иванов, Сергей Павлович. Изгиб прямоугольных пластин [Текст] : учеб. пособие / С. П. Иванов; М-во образования и науки РФ, ГОУ ВПО "Мар. гос. техн. ун-т". Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. - 95 с. ISBN 978-5-8158-0843-0. Экземпляры: всего 70.	70 / https://portal.volgatech.net/books/Ivanov_izgib_prjamougolnyx_plastin.pdf
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru
3.	Издательство Springer (SpringerOpen)	https://www.springeropen.com
4.	Издательство Elsevier	https://www.sciencedirect.com/
5.	Издательство SpringerNature	https://www.nature.com/
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	http://www.cntd.ru

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	153 (I)	ИЗМЕРИТЕЛЬН.СИСТЕМА СИИТ-3 (1), ИЗМЕРИТЕЛЬН.СИСТЕМА СИИТ-3 (1), ИСПЫТ.МАШИНА ГРМ-1 (1) Копер маятниковый	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс",

		WRM (1969г) (1), МАШИНА КМ-50-1 (1), МАШИНА РАЗРЫВНАЯ ИР 5047 50-02 (1), МАШИНА РАЗРЫВНАЯ Р-5 (1), УН.ИСПЫТ МАШИНАГМС20 (1), УСТАНОВКА ППУ-7 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
2.	154 (I)	Автоматизированный комплекс для проведения оценок виброак. полей огражд.конструкций (1), Измеритель " ИДХ-1" (1), Измеритель " ЛТИ " (1), МОДЕЛЬ ДЛЯ ДЕМОНСТР (1), Ноутбук Samsung NP -RF 511-S02RU 15,6" (1), Ноутбук Voyager W510L i740(PM 1,73/533)i915GM/512/60 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
3.	155 (I)	Лабораторная установка"Модель М1" (1), Лабораторная установка"Модель М2" (1), Лабораторная установка"Модель М3" (1), Лабораторная установка"Модель М4" (1), МАШИНА Р-10 (1), МАШИНА Р-20 (1), Экран на штативе 180x180 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Контрольная работа по разделу

1

Вариант 0

Задача. Для заданной статически определимой многопролетной балки, требуется:

- 1) построить эпюры M и Q ;
- 2) построить линии влияния R_A , M_K , Q_K .

2

Контрольная работа по разделу

Вариант 0

Задача. Для заданной трехшарнирной рамы, требуется:

- 1) Определить опорные реакции и построить эпюры M , Q и N от заданной нагрузки.
- 2) Построить линию влияния распора (единичный груз перемещается по штрихпунктирной линии).

/span>/span>

3

Контрольная работа по разделу

Вариант 0

Задача. Для заданной плоской статически определимой фермы ($h=d$), требуется:

- 1) определить усилия в трёх заданных стержнях;
- 2) построить линии влияния усилий в заданных стержнях фермы. Грузовой пояс нижний.

4

Контрольная работа по разделу

Вариант 0

Задача. Для заданной статически неопределимой рамы, используя метод сил, требуется построить эпюры M , Q , N от заданной нагрузки. Жесткость всех стержней EJ .

5

Контрольная работа по разделу

Вариант 0

Задача. Для заданной статически неопределимой рамы, используя метод перемещений, требуется построить эпюры M , Q , N от заданной нагрузки. Жесткость всех стержней EJ .

6

Контрольная работа по разделу

Вариант 0

Задача. Для заданной рамы определить критическую нагрузку P . Жесткость всех стержней EJ .

Контрольная работа по разделу

7

Вариант 0

Задача_1. Для системы определить круговую частоту свободных колебаний сосредоточенной массы m . Массу стержней не учитывать. Жесткость всех стержней EJ .

/span>/span>/span>

Задача_2. Определить основную частоту собственных колебаний балки на двух шарнирных опорах с равномерно распределенной массой и постоянным сечением.

Контрольная работа по разделу 8

Вариант 0

1. Предмет дисциплины «Нелинейные задачи строительной механики», ее задачи и методы.

1. Назовите виды аппроксимации диаграмм деформирования для различных материалов.

3. Для неразрезной балки, схема которой представлена на рисунке 1, требуется определить предельную нагрузку P_{np} при известном значении предельного момента $M_{np} = 6$ кНм.

Рис. 1

Контрольная работа по разделу 9

Вариант 0

1. Расчет статически неопределимых арок по предельному состоянию. Примеры.

2. Пример расчета балок из нелинейно-упругих материалов.

3. Для рамы, схема которой представлена на рисунке 2, требуется определить предельную нагрузку (при известном значении предельного момента M_{np}), построить эпюру изгибающих моментов в предельном состоянии.

Исходные данные: $l = 6$ м, $h = 3$ м, $F_1 = F$, $F_2 = 2F$, $M_{np} = 50$ кНм.

Рис. 2

Контрольная работа по разделу 10

Вариант 0

1. Гипотезы Кирхгоффа-Лява. Сколько их и как они формулируются?

2. Сформулируйте граничные условия для шарнирно-опертого края прямоугольной

пластинки.

3. В каком виде принимается прогиб $w(x,y)$ при расчете прямоугольных пластин вариационным методом Власова-Канторовича?
4. Какие условия должны выполняться при выборе координатных функций $f_i(x)$?
5. Решение дифференциального уравнения осесимметричного изгиба круглой пластинки при действии равномерно распределенной нагрузки q имеет вид $w=C_1+C_2\ln r+C_3r^2+C_4r^2\ln r+qr^4/64D$. Из каких условий определяются постоянные C_i ?

Контрольная работа по разделу 11

Вариант 0

1. Как составляются уравнения для решения задачи устойчивости шарнирно-опертой прямоугольной пластинки?
2.
Запишите основное уравнение устойчивости призматической оболочки.
3.
Записать граничные условия при различных закреплениях краев оболочки.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к зачету, БРК и экзамену

по дисциплине «Строительная механика»

5 семестр

4. Кинематический анализ сооружений. Основные понятия о расчетной схеме сооружения. Виды опор. Условия геометрической неизменяемости стержневых систем.
5. Образование многопролетных статически определимых балок. Кинематический анализ. Последовательность расчета (определение реакций опор и внутренних сил) от действия внешних сил.
6. Основные понятия о линиях влияния. Статический способ построения линий влияния опорных реакций и внутренних сил (M , Q) в простых балках.
7. Основные понятия о линиях влияния. Кинематический способ построения линий влияния опорных реакций и внутренних сил (M , Q) в простых балках.
8. Построение линий влияния реакций опор и внутренних усилий в многопролетных статически определимых балках.
9. Определение усилий по линиям влияния.

10. Основные понятия о трехшарнирных системах. Определение реакции связей.
11. Определение усилий (M , Q и N) в сечениях трехшарнирной арки.
12. Понятие о рациональной оси арки.
13. Построение линий влияния опорных реакций и внутренних сил (M , Q и N) в сечениях трехшарнирной арки.
14. Основные понятия о фермах. Классификация ферм. Условия геометрической неизменяемости.
15. Определение усилий в стержнях простых ферм: метод вырезания узлов, метод сечений.
16. Построение линий влияния усилий в стержнях балочных ферм.
17. Основные понятия об обобщенных силах и обобщенных перемещениях. Действительная работа внешних сил (теорема Клайперона).
18. Работа внутренних сил стержневой системы. Потенциальная энергия системы.
19. Определение возможной работы внешних и внутренних сил.
20. Доказательство теорем о взаимности работ и взаимности перемещений. Теорема о взаимности реакций.
21. Вывод формулы Мора для определения перемещений.
22. Определение перемещений методом Верещагина (дать вывод формулы).
23. Определение перемещений в статически определимых системах от действия температуры.
24. Определение перемещений в статически определимых системах от смещения опор.

6 семестр

25. Основные понятия о статически неопределимых системах (СН). Степень СН. Свойства статически неопределимых систем и методы их расчета.
26. Определение степени статической неопределимости методом сил. Способы образования основных систем и требования, предъявляемые к ним.
27. Вывод канонических уравнений метода сил.
28. Порядок расчета статически неопределимых систем методом сил (на примере).
29. Построение эпюр M , Q и N . Проверки коэффициентов и свободных членов канонических уравнений.
30. Упрощение канонических уравнений метода сил для симметричных систем.
31. Использование группировки неизвестных метода сил.
32. Расчет статически неопределимых систем методом сил на действие температуры.
33. Расчет статически неопределимых систем методом сил на осадки опор.
34. Определение перемещений в статически неопределимых системах.
35. Основные понятия о неразрезных балках. Дать вывод уравнения трех моментов.
36. Расчет неразрезных балок в матричной форме.

- 37. Расчет статически неопределимых ферм.
- 38. Расчет статически неопределимых арок.
- 39. Сущность метода перемещений. Составление основной системы и определение количества неизвестных.
- 40. Вывод канонических уравнений метода перемещений.
- 41. Определение коэффициентов и свободных членов системы канонических уравнений метода перемещений статическим способом. Построение эпюр M , Q и N .
- 42. Расчет статически неопределимых систем методом перемещений на действие температуры.
- 43. Расчет статически неопределимых систем методом перемещений на осадки опор.

7 семестр

- 44. Основные понятия динамики сооружений. Степени свободы.
- 45. Вывести дифференциальное уравнение движения системы с одной степенью свободы при динамических воздействиях.
- 46. Свободные колебания системы с одной степенью свободы с учетом и без учета затухания.
- 47. Свободные колебания систем с конечным числом степеней свободы. Вековое уравнение для частот.
- 48. Энергетический метод определения частот свободных колебаний.
- 49. Методы борьбы с вибрациями.
- 50. Вынужденные колебания статически неопределимых систем с несколькими степенями свободы.
- 51. Записать дифференциальные уравнения движения при поперечных перемещениях прямых брусьев, как систем с бесконечным числом степеней свободы.
- 52. Вынужденные колебания прямого бруса с равномерно распределенной массой.
- 53. Динамический расчет однопролетных балок постоянного сечения с постоянной массой.
- 54. Рассказать о приближенных методах расчета на колебания балок переменного сечения.
- 55. Расчет статически неопределимых рам на колебания по методу перемещений.
- 56. Основные понятия о устойчивости сооружений.
- 57. Методы расчета на устойчивость систем с конечным числом степеней свободы.
- 58. Дифференциальное уравнение сжато-изогнутого стержня и его решение методом начальных параметров.
- 59. Расчет стержневых систем на устойчивость с использованием метода сил и метода перемещений.
- 60. Деформационный расчет рам. Основные понятия, допущения, алгоритм расчета.

8 семестр

- 61. Рассказать о расчете стержневых систем по предельному состоянию.

62. Предельное состояние при чистом изгибе.
63. Рассказать об основных свойствах пластического шарнира.
64. Основные понятия о расчете неразрезных балок по предельному состоянию.
65. Проверочный расчет неразрезных балок.
66. Проектировочный расчет неразрезных балок.
67. Теория расчета рам по предельному состоянию. Виды механизмов разрушения.
68. Проектировочный расчет рам. Проверочный расчет рам.
69. Теория расчета статически неопределимых арок по предельному состоянию.
70. Дать пример расчета 2-х шарнирной арки.
71. Дать пример расчета бесшарнирной арки.
72. Зависимости между напряжениями и деформациями.
73. О видах аппроксимации диаграмм деформирования для различных материалов.
74. Понятие о теории пластичности. Основные уравнения теории пластичности.
75. Записать тензоры напряжений и деформаций.
76. Основные понятия об интенсивностях напряжений и деформаций.
77. Две задачи теории пластичности. Активная и пассивная деформации. Простое нагружение.
78. Уравнения теории напряжений и теории деформаций.
79. Зависимость между напряжениями и деформациями.
80. Основные уравнения теории пластичности.
81. Предельное состояние при чистом изгибе. Понятие о пластическом шарнире.
82. Расчет однопролетных статически неопределимых балок. Статическая и кинематическая теоремы.
83. Упруго-пластический изгиб стержня.
84. Поперечный изгиб стержня.
85. Понятие о расчете многопролетных балок по предельному состоянию. Проверочный расчет.
86. Проектировочный расчет многопролетных балок.
87. Расчет рам по предельному состоянию. Проверочный расчет. Проектировочный расчет.
88. Расчет арок по предельному состоянию.
89. Основные понятия о нелинейной строительной механике.
90. Нелинейная теория деформаций. Определение деформаций.
91. Показать разложение деформаций на составляющие.
92. Определение напряжений в нелинейно-упругом теле через удельную энергию.
93. Определение удельной энергии через интенсивности напряжений и деформаций.

9 семестр

1. Основные гипотезы и допущения, принимаемые при расчете тонких пластин.
2. Основное уравнение изгиба жесткой пластины.
3. Основные уравнения изгиба гибкой пластины.
4. Уравнение устойчивости пластины.
5. Постановка граничных условий на краях пластины
6. Определение напряжений и прогибов в пластине.
7. Как определяется работа внешних сил при выпучивании пластинки?
8. Как составляются уравнения для решения задачи устойчивости шарнирно-опертой прямоугольной пластинки?
9. Основные понятия о расчете призматических оболочек.
10. Рассказать о гипотезах, принимаемых при расчете призматических оболочек.
11. Как определяются напряжения и перемещения в оболочке?
12. Запишите уравнения равновесия призматической оболочки в перемещениях.
13. Запишите основное уравнение устойчивости призматической оболочки.
14. Записать граничные условия при различных закреплениях краев оболочки.
15. Запишите основные уравнения для расчета оболочек по моментной и безмоментной теориям.