

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Баламирзоев Назим Лиодинович  
Должность: И.о. ректора  
Дата подписания: 2019.04.04  
Уникальный программный ключ:  
2a04bb882d7edb7f479cb266eb4aaaaedebee849

**Министерство науки и высшего образования РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Дагестанский государственный технический университет»**

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Дисциплина Механика стержневых систем

для направления 08.04.01 – «Строительство»

по программе Теория и практика организационно-технологических и экономических решений в строительстве

факультет Магистерской подготовки,

кафедра Сопrotивления материалов, теоретической и строительной механики.

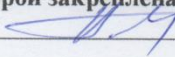
Форма обучения очная, заочная, курс 2 семестр(ы) 3

г. Махачкала 2019

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки **08.04.01 – «Строительство»** с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению и по программе «Теория и практика организационно-технологических и экономических решений в строительстве»

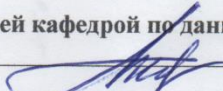
Разработчик  Пайзулаев М.М., к.т.н., доцент

« 26 » 04 2019 г.

Зав. кафедрой, за которой закреплена дисциплина (модуль)  
 Пайзулаев М.М., к.т.н., доцент

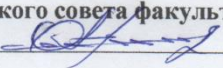
« 26 » 04 2019 г.

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры «Технологии и организации строительного производства»  
от 08.05.2019 года, протокол № 9.

Зав. выпускающей кафедрой по данному направлению (специальности, профилю)  
 Азаев М.Г., к.э.н., профессор

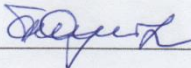
« 08 » 05 2019 г.

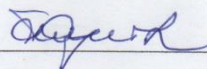
Программа одобрена на заседании Методического совета факультета магистерской подготовки от 15.05.2019 года, протокол № 9.

Председатель Методического совета факультета  
 Омаров А.О., к.э.н., доцент

« 15 » 05 2019 г.

Декан факультета  Ашуралиева Р.К.

/Начальник УО  Магомаева Э.В.

И.о. начальника УМУ  Гусейнов М.Р.

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Механика стержневых систем» являются:  
ознакомиться с методами расчета сооружений и конструкций на динамические воздействия, включая ветровые и сейсмические нагрузки.

Задачами освоения дисциплины являются:

- умение расчета сооружений на динамические воздействия;
- знать основные методы расчета сооружений на динамические воздействия.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Механика стержневых систем» относится к дисциплинам выбора.

Изучение дисциплины «Механика стержневых систем» требует основных знаний, умений и компетенций студента по курсам: математика, сопротивление материалов, строительная механика, теория упругости, нелинейные задачи строительной механики, теория расчета пластин и оболочек.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

В результате освоения дисциплины «Механика стержневых систем» студент должен овладеть следующими компетенциями

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименование показателя оценивания (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК-1.	Способен решать задачи профессиональной деятельности, на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук.	ОПК-1.1. Выбор фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление; ОПК-1.2. Составление математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий; ОПК-1.4. Применение типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности.

### 4. Объем и содержание дисциплины (модуля)

Форма обучения	очная	заочное
Общая трудоемкость по дисциплине (ЗЕТ/ в часах)	<b>23ЕТ- 72ч.</b>	<b>23ЕТ - 72ч.</b>
Семестр	<b>3</b>	<b>3</b>
Лекции, час	<b>17</b>	<b>6</b>
Практические занятия, час	<b>34</b>	<b>12</b>
Лабораторные занятия, час	-	-
Самостоятельная работа, час	<b>21</b>	<b>50</b>
Курсовой проект (работа), РГР, семестр	<b>РГР – 3 семестр</b>	<b>РГР – 3 семестр</b>
Зачет (при заочной форме 4 часа отводится на контроль)	+	<b>4 часа на контроль</b>
Часы на экзамен (при очной, очно-заочной формах 1 ЗЕТ – 36 часов, при заочной форме 9 часов отводится на контроль)		

#### 4.1. Содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Раздел дисциплины, тема лекции и вопросы	Очная форма				Заочная форма			
		ЛК	ПЗ	ЛБ	СРС	ЛК	ПЗ	ЛБ	СРС
1	2								
1.	<p>Лекция 1</p> <p><b>Тема: «Общие положения и понятия. Кинематический анализ сооружений»</b></p> <p>Задачи и методы. Значение курса.</p> <p>Понятие о расчетах сооружений по недеформированному и деформированному состояниям. Учет реальных свойств материалов. Системы линейно деформируемые, геометрически и физически нелинейные.</p> <p>Неизменяемые, изменяемые и мгновенно-изменяемые системы. Статические и кинематические признаки мгновенной изменяемости систем.</p> <p>Число степеней свободы систем, образованных из дисков, и стержневых систем Понятие о статически определимых и неопределимых системах.</p> <p>Кинематический (структурный) анализ систем.</p>	2	4		2				6
2.	<p>Лекция 2</p> <p><b>Тема: «Расчет арок»</b></p> <p>Образование и типы трех шарнирных систем.</p> <p>Определение опорных реакций и внутренних усилий.</p> <p>Сопоставление балочных и трех шарнирных систем.</p> <p>Рациональная ось трех шарнирной арки при различных нагрузках.</p> <p>Трехшарнирные арки и рамы с затяжкой.</p>	2	4		2	2	4		6
3.	<p>Лекция 3</p> <p><b>Тема: «Теория линий влияния»</b></p> <p>Понятие о линиях влияния. Построение линий влияния реакций и усилий в простых балках (статический метод).</p> <p>Особенности построения линий влияния при узловой передаче нагрузки.</p> <p>Построение линий влияния опорных реакций и внутренних усилий в сечениях трехшарнирных систем. Метод нулевой точки.</p> <p>Построение линий влияния реакций и усилий в стержнях консольно-балочных и шпренгельных ферм.</p> <p>Кинематический метод построения линий влияния в стержнях плоских ферм.</p>	2	4		2				6

4.	<p>Лекция 4</p> <p><b>Тема: «Основные теоремы определения перемещений»</b></p> <p>Работа внешних и внутренних сил. Обобщенное выражение работы. Действительная и возможная работа.</p> <p>Теоремы о взаимности работ и о взаимности перемещений.</p> <p>Потенциальная энергия упругой системы. Выражение потенциальной энергии через вектор нагрузки и вектор перемещений.</p> <p>Общий метод определения перемещений. Формула Максвелла-Мора.</p> <p>Способы вычисления интегралов Максвелла-Мора.</p> <p>Определение перемещений от изменения температуры и осадки опор.</p>	2	4		2	2	4		6
5.	<p>Лекция 5</p> <p><b>Тема: «Метод сил»</b></p> <p>Статически неопределимые системы и их свойства. Основная система и основные неизвестные. Канонические уравнения.</p> <p>Общий алгоритм расчета статически неопределимых систем (на примере рамы) по методу сил.</p> <p>Построение эпюр поперечных и продольных сил. Проверка правильности построения эпюр.</p> <p>Матричная форма расчета СНС по методу сил.</p>	2	4		3				6
6.	<p>Лекция 6</p> <p><b>Тема: «Метод перемещений»</b></p> <p>Степень кинематической неопределимости плоской системы. Основные гипотезы, принятые в методе перемещений.</p> <p>Сущность метода перемещений. Основные неизвестные и основная система метода перемещений. Канонические уравнения.</p> <p>Табличные значения реакций в элементах основной системы метода перемещений при различных воздействиях.</p> <p>Общий алгоритм расчета по методу перемещений при использовании гипотезы о не растяжимости стержней.</p> <p>Понятие о расчете систем смешанным и комбинированным методами.</p>	2	4		3				6

7.	<p>Лекция 7</p> <p><b>Тема: «Неразрезные балки»</b></p> <p>Неразрезные балки. Типы неразрезных балок.  Основная система для расчета неразрезных балок по методу сил. Уравнения трех моментов. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил.  Расчет неразрезной балки на смещение опор.  Понятие о расчете неразрезной балки на упругих опорах. Уравнения пяти моментов.  Построение расчетных (оггибающих) эпюр изгибающих моментов.</p>	2	4		2	2	4		6
8.	<p>Лекция 8</p> <p><b>Тема: «Динамический расчет плоских рам»</b></p> <p>Вступительные замечания.  Общие теоремы о работе и перемещениях при вибрационной нагрузке.  Расчет рам по методу сил.  Расчет рам по методу перемещений.</p>	2	4		3				
9.	<p>Лекция 9</p> <p><b>Тема: «Динамический расчет неразрезных балок, арок и ферм»</b></p> <p>Расчет неразрезных балок на вибрационную нагрузку.  Понятие о динамическом расчете арок.  Понятие о точном расчете ферм.</p>	1	2		2				2
	<p>Форма текущего контроля успеваемости (по срокам текущих аттестаций в семестре)</p>	<p>Входная конт. работа  1 аттестация 1-3 тема  2 аттестация 4-6 тема  3 аттестация 7-8 тема</p>							
	<p>Форма промежуточной аттестации (3 семестр)</p>	<p>Зачет</p>				<p>Зачет (4 часа на контроль)</p>			
<b>Итого</b>		<b>17</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>21</b>	<b>6</b>	<b>12</b>		<b>50</b>

#### 4.2. 1. Содержание практических занятий

Таблица 4.2.

№ п/п	№ лекции из рабочей программы	Наименование практического занятия	Количество часов		Рекомендуемая литература и методические разработки
			Очно	Заочно	
1	2	3	4	5	6
1	1	Общие положения и понятия. Кинематический анализ сооружений	4	4	[1 - 9]
2	2	Расчет арок	4		[1 - 9]
3	3	Теория линий влияния	4		[1 - 9]
4	4	Основные теоремы определения перемещений	4	4	[1 - 9]
5	5	Метод сил	4		[1 - 9]
6	6	Метод перемещений	4		[1 - 9]
7	7	Неразрезные балки	4	4	[1 - 9]
8	8	Динамический расчет плоских рам	4		[1 - 9]
9	9	Динамический расчет неразрезных балок, арок и ферм	2		[1 - 9]
		<b>Итого</b>	<b>34</b>	<b>12</b>	



### 4.3. Тематика для самостоятельной работы студента

№ п/п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения	Количество часов из содержания дисциплины		Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
		Очно	Заочно		
1	2	3	4	5	6
1	Предмет и задачи динамики сооружений. Методы динамики сооружений. Свободные и вынужденные движения системы.	2	7	[1 - 9]	контрольная работа, практические занятия
2, 3	Дифференциальные уравнения движения. Свободные и вынужденные колебания без учета и с учетом сил сопротивления.	6	7	[1 - 9]	контрольная работа, практические занятия
4	Действие силы, изменяющийся по любому закону. Действие одной внезапно приложенной силы. Действие вибрационной нагрузки.	2	7	[1 - 9]	контрольная работа, практические занятия
5	Дифференциальные уравнения движения. Свободные колебания систем. Главные формы собственных колебаний. Ортогональность главных форм	2	7	[1 - 9]	контрольная работа, практические занятия
6, 7	Разложение нагрузки и перемещений по главным формам колебаний. Вынужденные установившиеся движения системы без учета сопротивлений. Использование симметрии системы.	6	8	[1 - 9]	контрольная работа, практические занятия
8	Свободные и вынужденные колебания системы с двумя степенями свободы от действия на массы импульсов, приложенных одновременно. Вибрационная нагрузка на систему с двумя степенями свободы.	2	7	[1 - 9]	контрольная работа, практические занятия
9	Свободные колебания систем с тремя степенями свободы. Некоторые технические приложения теории колебаний систем с двумя и тремя степенями свободы.	1	7	[1 - 9]	контрольная работа, практические занятия
	<b>Итого</b>	<b>21</b>	<b>50</b>		

## 5. Образовательные технологии

В качестве основной используется традиционная технология изучения материала, предполагающая живое общение преподавателя и студента. Существенным дополнением служат иллюстративные видеоматериалы (видеолекции, электронные плакаты), которые при помощи демонстрационного оборудования, могут наглядно проиллюстрировать отдельные темы и вопросы разделов.

Отдельные вопросы могут быть проиллюстрированы. Все виды деятельности студента должны быть обеспечены доступом к учебно-методическим материалам (учебникам, учебным пособиям, методическим указаниям к решению задач, методическими указаниями к выполнению расчетно-графических работ). Учебные материалы должны быть доступны в печатном виде, а кроме этого могут быть представлены в электронном варианте (электронный учебник, обучающая программа и т.д.) и предоставляться на CD и/или размещаться в сети учебного заведения.

Оценка качества освоения программы дисциплины (модуля) «Механика стержневых систем» включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся и проведение зачета промежуточного контроля (3 семестр). Конкретные формы и процедуры текущего и промежуточного контроля знаний осуществляется вузом самостоятельно путем реализации модульно-рейтинговой системы, и доводятся до сведения обучающихся в конце каждого аттестационного периода обучения.

Изучение каждой части модуля заканчивается выполнением домашнего практикума, контрольной работы.

В процессе самостоятельной работы студент закрепляет полученные знания и навыки, выполняя под руководством преподавателя индивидуальные домашние задачи (домашний практикум) по каждому модулю. Выполненные работы в указанные сроки передается преподавателю для проверки. Сданная работа проверяется, рецензируется, оценивается по 20-ти бальной шкале и возвращается студенту. Возвращенные и, при необходимости, исправленные работы подлежат защите преподавателю в конце семестра. При защите работы студент должен продемонстрировать как знание теоретических вопросов данного блока, так и навыки решения соответствующих задач.

Выполнение определенного числа заданий для самостоятельной работы, защита расчетно-графической работы, контрольные работы и коллоквиумы является формой промежуточного контроля знаний студента по данному разделу и оценивается усредненным, по всем видам выполненных работ, числом баллов по 20-ти бальной шкале модульно-рейтинговой системы оценки знаний ДГТУ в соответствии с графиком текущих аттестаций (3 раза за семестр).

Для аттестации обучающихся по дисциплине «Механика стержневых систем» создаются фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы и методы контроля, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретённых компетенций. При наличии соответствующей материально-технической и проработанной методической базы, при промежуточном контроле усвоения материала модуля, как один из элементов, может использоваться тестирование. Рекомендуется (помимо оценочных средств, разработанных силами данного учебного заведения) пользоваться – при соответствующей адаптации применительно к используемым в данном учебном заведении рабочим программам – комплекты задач и тестовые задания, разработанные на федеральном уровне.

При успешном прохождении промежуточного контроля, предусмотренных в данном семестре (56 баллов и более: сумма баллов по 3-м аттестациям, за посещение и активность на

практических и лекционных занятиях, за дополнительные виды деятельности и общественную работу), студент получает допуск к экзамену.

Студентам должна быть предоставлена возможность оценивания содержания, организации и качества учебного процесса в целом, а также работы отдельных преподавателей.

### **5.1. Новые педагогические технологии и методы обучения**

При обучении дисциплине «Механика стержневых систем» используются в различных сочетаниях, частично или полностью следующие педагогические технологии и методы обучения: системный, деятельностный, компетентностный, инновационный, дифференцированный, модульный, проблемный, междисциплинарный, способствующие формированию у студентов способностей к инновационной инженерной деятельности, во взаимосвязи с принципами фундаментальности, профессиональной направленности и интеграции образования.

**Системный подход** используется наиболее продуктивно на этапе определения структуры дисциплины, типизации связей с другими дисциплинами, анализа и определения компонентов, оптимизации образовательной среды.

**Деятельностный подход** используется для определения целей обучения, отбора содержания и выбора форм представления материала, демонстрации учебных задач, выбора средств обучения (научно-исследовательская и проектная деятельность), организации контроля результатов обучения, а также при реализации исследований в педагогической практике.

**Компетентностный подход** позволяет структурировать способности обучающегося и выделять необходимые элементы (компетенции), характеризующие их как интегральную способность студента решать профессиональные задачи в его будущей инновационной инженерной деятельности.

**Инновационный подход** к обучению позволяет отобрать методы и средства формирования инновационных способностей в процессе обучения, как механике, так и сопутствующим курсам, а также обучения в олимпиадной и научно-исследовательской среде (контекстное обучение, обучение на основе опыта, междисциплинарный подход в обучении на основе анализа реальных задач в инженерной практике, обучение в команде и др.). При контекстном обучении решение поставленных задач достигается путем выстраивания отношений между конкретным знанием и его применением. Обучение на основе опыта подразумевает возможность интеграции собственного опыта с предметом обучения.

### **5.2. Интерактивные формы обучения**

Интерактивные методы обучения предполагают прямое взаимодействие обучающегося со своим опытом и умение работать в коллективе при решении проблемной задачи. При использовании интерактивной формы обучения предполагается создание организационно – учебных условий, направленные на активизацию мышления, на формулирование цели конкретной работы и на мотивацию получения конечного результата.

Эффективным методом активизации коллективной творческой деятельности является «мозговой штурм», когда для решаемой задачи могут быть выдвинуты различные гипотезы, которые в последующем обсуждаются в группе с участием преподавателя. Для активизации процесса генерирования идей в ходе «мозгового штурма» в задачах механики рекомендуется использование такого приема, как аналогия с решенной задачей такого же типа.

Наглядное восприятие информации также является эффективным способом восприятия и освоения новых знаний, для чего используется «видеометод» обучения. Видеометод позволяет изложить некоторые задачи механики в динамическом развитии, используя средства анимации.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебных курсов должны быть предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 11 часов ( $51 * 40\% = 10,2$ ) аудиторных занятий. Занятия лекционного типа не могут составлять более 6 часов ( $11 * 40\% = 5$ ), остальные 6 часов практические занятия.

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

*Фонд оценочных средств является обязательным разделом РПД (разрабатывается как приложение к рабочей программе дисциплины).*

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля): (основная литература, дополнительная литература, программное обеспечение и Интернет-ресурсы следует привести в табличной форме).

Рекомендуемая литература и источники информации (основная и дополнительная) 2011

№ п/п	Виды занятий	Необходимая учебная, учебно-методическая литература, программное обеспечение и интернет ресурсы	Автор(ы)	Издательство и год издания	Количество изданий	
					В биб-лиотеке	На кафедре
					URL:	
1	2	3	4	5	6	7
<b>ОСНОВНАЯ:</b>						
1.	ЛК, ПЗ, срс	Строительная механика	Шапошников Н.Н., Кристалинский Р.Х., Дарков А. В.	Санкт-Петербург: Лань, 2018. - 692 с.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/105987">https://e.lanbook.com/book/105987</a>	
2.	ЛК, ПЗ, срс	Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений	Васильков Г. В., Буйко З. В.	Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 256 с.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/5110">https://e.lanbook.com/book/5110</a>	
3.	ЛК, ПЗ, срс	Строительная механика стержневых систем Часть 1	Кузнецова С. Г.	Пермь : ПНИПУ, - 2015. - 143 с.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/160484">https://e.lanbook.com/book/160484</a>	
4.	ЛК, ПЗ, срс	Строительная механика стержневых систем Часть 2	Кузнецова С. Г.	Пермь : ПНИПУ, - 2016. - 140 с.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/160485">https://e.lanbook.com/book/160485</a>	
5.	ЛК, ПЗ, срс	Строительная механика	Коновалов А. Ю.	Архангельск: СА-ФУ, 2019. - 178 с.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/161892">https://e.lanbook.com/book/161892</a>	
<b>ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ</b>						
6	ЛК, ПЗ, срс	Решение вариационных задач строительной механики в системе МАТНЕМАТИСА	Кристалинский Р.Е., Шапошников Н.Н.	Санкт-Петербург: Лань, 2010. - 240 с.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/211">https://e.lanbook.com/book/211</a>	
7	ЛК, ПЗ, срс	Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций	Молдаванов С. Ю.	Краснодар: Куб-ГТУ, 2018. - 367 с.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/151172">https://e.lanbook.com/book/151172</a>	

8	ЛК, ПЗ, срс	Строитель- ная механи- ка летатель- ных аппара- тов: лабора- торный практикум в ANSYS	Погорелов, В. И.	Санкт- Петербург: БГТУ "Во- енмех" им. Д.Ф. Усти- нова, 2014. - 118 с.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/63700">https://e.lanbook.com/book/63700</a>	
9	ЛК, ПЗ, срс	Строитель- ная механи- ка	Пайзулаев, М. М.	Махачкала: ИПЦ ДГТУ, 2018. - 156 с.	10	40

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

1. Мультимедийная лекционная аудитория 231 факультета АСФ на 50 мест.
2. Компьютерный класс 371 АСФ на 24 мест для проведения практических занятий с использованием технологий активного обучения.
3. Мультимедийный курс лекций.
4. Мультимедийный курс практических занятий.
5. Комплект слайдов учебно-наглядных пособий и электронные плакаты для аудиторных интерактивных занятий по теоретической механике.
6. Тестовые задания для текущего контроля и промежуточной аттестации с помощью компьютера.
7. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: справочная система [портал]. URL: <http://window.edu.ru/>, сайт в интернете <http://vuz.exponenta.ru> содержат значительное количество электронных учебных материалов (учебные пособия, наборы задач по различным разделам курса теоретической механики, много полезных компьютерных программ и анимированных иллюстраций) по всем разделам дисциплины «**Механика стержневых систем**».

### **Специальные условия инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ)**

Специальные условия обучения и направления работы с инвалидами и лицами с ОВЗ определены на основании:

- Федерального закона от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федерального закона от 24.11.1995 № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации»;
- приказа Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- методических рекомендаций по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса, утвержденных Минобрнауки России 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Под специальными условиями для получения образования обучающихся с ОВЗ понимаются условия обучения, воспитания и развития, включающие в себя использование при необходимости адаптированных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего необходимую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания ДГТУ и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение ОПОП обучающихся с ОВЗ.

Обучение в рамках учебной дисциплины обучающихся с ОВЗ осуществляется ДГТУ с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучение по учебной дисциплине обучающихся с ОВЗ может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

В целях доступности обучения по дисциплине обеспечивается:

- 1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
  - наличие альтернативной версии официального сайта ДГТУ в сети «Интернет» для слабовидящих;



- весь необходимый для изучения материал, согласно учебному плану (в том числе, для обучающихся по индивидуальным учебным планам) предоставляется в электронном виде на диске.

- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

- обеспечение возможности выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию ДГТУ.

2) для лиц с ОВЗ по слуху:

- наличие микрофонов и звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования (аудиоколонки);

3) для лиц с ОВЗ, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов и других приспособлений).

Перед началом обучения могут проводиться консультативные занятия, позволяющие студентам с ОВЗ адаптироваться к учебному процессу.

В процессе ведения учебной дисциплины научно-педагогическим работникам рекомендуется использование социально-активных и рефлексивных методов обучения, технологий социокультурной реабилитации с целью оказания помощи обучающимся с ОВЗ в установлении полноценных межличностных отношений с другими обучающимися, создании комфортного психологического климата в учебной группе.

Особенности проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине для обучающихся с ОВЗ устанавливаются с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и др.). При необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене

**9. Лист изменений и дополнений к рабочей программе**

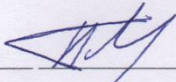
Дополнения и изменения в рабочей программе на 2020/2021 учебный год.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. ....;
2. Измененный кет .....
3. ....;
4. ....;
5. ....;

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений или дополнений на данный учебный год.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры СМТСМ от 31.08.2020 года, протокол № 1.

Заведующий кафедрой СМТСМ  Пайзулаев М.М.  
(название кафедры) (подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

**Согласовано:**

Декан (директор)  Ашуралиева Р.К.  
(подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

**Лист изменений и дополнений к рабочей программе**

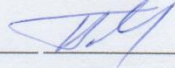
Дополнения и изменения в рабочей программе на 2021/2022 учебный год.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. ....;
2. Измененный текст .....
3. ....;
4. ....;
5. ....

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений или дополнений на данный учебный год.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры СМТСМ  
от 31.08.2021 года, протокол № 1.

Заведующий кафедрой СМТСМ  Пайзулаев М.М.  
(название кафедры) (подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

**Согласовано:**

Декан (директор)  Ашуралиева Р.К.  
(подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

(обязательное к рабочей программе дисциплины)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине «Механика стержневых систем»

Уровень образования

Магистр

(бакалавриат/магистратура/специалитет)

Направление подготовки бакалавриата/магистратуры/специальность

08.04.01 – «Строительство»

(код, наименование направления подготовки/специальности)

Профиль направления подготовки/специализация

«Теория и практика организационно-технологических и экономических решений в строительстве»

(наименование)

Разработчик



Пайзулаев М.М., к.т.н., доцент

подпись


(ФИО уч. степень, уч. звание)

Фонд оценочных средств обсужден на заседании кафедры

СМТСМ

«26» 04 2019 г., протокол № 8

Зав. кафедрой



Пайзулаев М.М., к.т.н., доцент

г. Махачкала 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Область применения, цели и задачи фонда оценочных средств
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля)
  - 2.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП
    - 2.1.2. Этапы формирования компетенций
  - 2.2. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования, описание шкал оценивания
    - 2.2.1. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования
    - 2.2.2. Описание шкал оценивания
3. Типовые контрольные задания, иные материалы и методические рекомендации, необходимые для оценки сформированности компетенций в процессе освоения ОПОП
  - 3.1. Задания и вопросы для входного контроля
  - 3.2. Оценочные средства и критерии сформированности компетенций
  - 3.3. Задания для промежуточной аттестации (зачета и (или) экзамена)

## 1. Область применения, цели и задачи фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств (ФОС) является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины «**Механика стержневых систем**» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся (в т.ч. по самостоятельной работе студентов, далее – СРС), освоивших программу данной дисциплины.

Целью фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности **08.04.01 – «Строительство»** по программе **Теория и практика организационно-технологических и экономических решений в строительстве**.

Рабочей программой дисциплины «**Механика стержневых систем**» предусмотрено формирование следующих компетенций:

### **б) общепрофессиональные (ОПК)**

**ОПК-1.** Способен решать задачи профессиональной деятельности, на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук.

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля)

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля), и используемые оценочные средства приведены в таблице 1.

*Перечень оценочных средств, рекомендуемых для заполнения таблицы 1 (в ФОС не приводится, используется только для заполнения таблицы)*

- Деловая (ролевая) игра
- Коллоквиум
- Кейс-задание
- Контрольная работа
- Круглый стол (дискуссия)
- Курсовая работа / курсовой проект
- Проект
- Расчетно-графическая работа
- Решение задач (заданий)
- Тест для проведения зачета / дифференцированного зачета (зачета с оценкой) / экзамена
- Задания / вопросы для проведения зачета / дифференцированного зачета (зачета с оценкой) / экзамена

*Перечень оценочных средств при необходимости может быть дополнен.*

## 2.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

Таблица 1

Код и наименование формируемой компетенции	Код и наименование индикатора достижения формируемой компетенции	Критерии оценивания	Наименование контролируемых разделов и тем <sup>1</sup>
<p><b>ОПК-1.</b> Способен решать задачи профессиональной деятельности, на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук.</p>	<p>ОПК-1.1. Выбор фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление;</p>	<p>Знать: фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление;                      условия равновесия твердых тел и механических систем                      Уметь: использовать фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление;                      Владеть: фундаментальными законами, описывающими изучаемый процесс или явление;</p>	<p>контрольная работа,                      практические занятия</p>
	<p>ОПК-1.2. Составление математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий;</p>	<p>Знать: математические модели, описывающие изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий                      Уметь: составлять математические модели, описывающие изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий                      Владеть: основными законами естественнонаучных дисциплин.</p>	<p>контрольная работа,                      практические занятия</p>
	<p>ОПК-1.4. Применение типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать: типовые задачи теории оптимизации в профессиональной деятельности                      Уметь: применять типовые задачи теории оптимизации в профессиональной деятельности                      Владеть: типовыми задачами теории оптимизации в профессиональной деятельности.</p>	<p>контрольная работа,                      практические занятия</p>

### 2.1.2. Этапы формирования компетенций

Сформированность компетенций по дисциплине «Механика стержневых систем» определяется на следующих этапах:

1. **Этап текущих аттестаций** (текущие аттестации 1-3; СРС; КР)
2. **Этап промежуточных аттестаций** (зачет – 3 семестр)

**Таблица 2**

Код и наименование формируемой компетенции	Код и наименование индикатора достижения формируемой компетенции	Этапы формирования компетенции					Этап промежуточной аттестации
		Этап текущих аттестаций					
		1-5 неделя	6-10 неделя	11-15 неделя	1-17 неделя		Промежуточная аттестация
		Текущая аттестация №1	Текущая аттестация №2	Текущая аттестация №3	СРС	РГР	
<b>1</b>		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности, на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук.	ОПК-1.1. Выбор фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление;	+	+	+	+	+	Зачет
	ОПК-1.2. Составление математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий;	+	+	+	+	+	Зачет
	ОПК-1.4. Применение типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности.	+	+	+	+	+	Зачет

**СРС** – самостоятельная работа студентов; **РГР** – расчетно-графическая работа



## 2.2. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования, описание шкал оценивания

### 2.2.1. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования

Результатом освоения дисциплины «Механика стержневых систем» является установление одного из уровней сформированности компетенций: высокий, повышенный, базовый, низкий.

Таблица 3

Уровень	Универсальные компетенции	Общепрофессиональные/ профессиональные компетенции
Высокий (оценка «отлично», «зачтено»)	Сформированы четкие системные знания и представления по дисциплине. Ответы на вопросы оценочных средств полные и верные. Даны развернутые ответы на дополнительные вопросы. Обучающимся продемонстрирован высокий уровень освоения компетенции	Обучающимся усвоена взаимосвязь основных понятий дисциплины, в том числе для решения профессиональных задач. Ответы на вопросы оценочных средств самостоятельны, исчерпывающие, содержание вопроса/задания оценочного средства раскрыто полно, профессионально, грамотно. Даны ответы на дополнительные вопросы. Обучающимся продемонстрирован высокий уровень освоения компетенции
Повышенный (оценка «хорошо», «зачтено»)	Знания и представления по дисциплине сформированы на повышенном уровне. В ответах на вопросы/задания оценочных средств изложено понимание вопроса, дано достаточно подробное описание ответа, приведены и раскрыты в тезисной форме основные понятия. Ответ отражает полное знание материала, а также наличие, с незначительными пробелами, умений и навыков по изучаемой дисциплине. Допустимы единичные негрубые ошибки. Обучающимся продемонстрирован повышенный уровень освоения компетенции	Сформированы в целом системные знания и представления по дисциплине. Ответы на вопросы оценочных средств полные, грамотные. Продемонстрирован повышенный уровень владения практическими умениями и навыками. Допустимы единичные негрубые ошибки по ходу ответа, в применении умений и навыков
Базовый (оценка «удовлетворительно», «зачтено»)	Ответ отражает теоретические знания основного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП. Обучающийся допускает неточности в ответе, но обладает необходимыми знаниями для их устранения. Обучающимся продемонстрирован базовый уровень освоения компетенции	Обучающийся владеет знаниями основного материал на базовом уровне. Ответы на вопросы оценочных средств неполные, допущены существенные ошибки. Продемонстрирован базовый уровень владения практическими умениями и навыками, соответствующий минимально необходимому уровню для решения профессиональных задач
Низкий (оценка «неудовлетворительно», «не зачтено»)	Демонстрирует полное отсутствие теоретических знаний материала дисциплины, отсутствие практических умений и навыков	

Показатели уровней сформированности компетенций могут быть изменены, дополнены и адаптированы к конкретной рабочей программе дисциплины.

## 2.2.2. Описание шкал оценивания

В ФГБОУ ВО «ДГТУ» внедрена модульно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. В соответствии с этой системой применяются пятибалльная, двадцатибалльная и сто балльная шкалы знаний, умений, навыков.

Шкалы оценивания			Критерии оценивания
пятибалльная	двадцатибалльная	сто балльная	
«Отлично» - 5 баллов	«Отлично» - 18-20 баллов	«Отлично» - 85 – 100 баллов	Показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е.: <ul style="list-style-type: none"> <li>– продемонстрирует глубокое и прочное усвоение материала;</li> <li>– исчерпывающе, четко, последовательно, грамотно и логически стройно излагает теоретический материал;</li> <li>– правильно формирует определения;</li> <li>– демонстрирует умения самостоятельной работы с нормативно-правовой литературой;</li> <li>– умеет делать выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>
«Хорошо» - 4 баллов	«Хорошо» - 15 - 17 баллов	«Хорошо» - 70 - 84 баллов	Показывает достаточный уровень сформированности компетенций, т.е.: <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует достаточно полное знание материала, основных теоретических положений;</li> <li>– достаточно последовательно, грамотно логически стройно излагает материал;</li> <li>– демонстрирует умения ориентироваться в нормальной литературе;</li> <li>– умеет делать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>
«Удовлетворительно» - 3 баллов	«Удовлетворительно» - 12 - 14 баллов	«Удовлетворительно» - 56 – 69 баллов	Показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е.: <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует общее знание изучаемого материала;</li> <li>– испытывает серьезные затруднения при ответах на дополнительные вопросы;</li> <li>– знает основную рекомендуемую литературу;</li> <li>– умеет строить ответ в соответствии со структурой излагаемого материала.</li> </ul>
«Неудовлетворительно» - 2 баллов	«Неудовлетворительно» - 1-11 баллов	«Неудовлетворительно» - 1-55 баллов	Ставится в случае: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. незнания значительной части программного материала;</li> <li>2. не владения понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>3. допущения существенных ошибок при изложении учебного материала;</li> <li>4. неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>5. неумение делать выводы по излагаемому материалу.</li> </ol>

### **3. Типовые контрольные задания, иные материалы и методические рекомендации, необходимые для оценки сформированности компетенций в процессе освоения ОПОП**

#### **3.1 Задания и вопросы для входного контроля**

1. Закон Гука. Диаграмма растяжения мягкой стали.
2. Что называется балкой?
3. Как определяются опорные реакции в простой однопролетной и консольной балках?
4. Какие усилия возникают в сечениях балки?
5. Как строится эпюра изгибающих моментов в простой балке от действия одной сосредоточенной силы приложенной в середине?
6. Как построить эпюру изгибающих моментов в пролетной балке от действия равномерно распределенной нагрузки?
7. Как построить эпюру изгибающих моментов от действия сосредоточенной силы приложенной в конце консольной балки?
8. Как построить эпюру изгибающих моментов от действия распределенной нагрузки в консольной балке?
9. Какая зависимость между изгибающим моментом и поперечной силой для изогнутого стержня?
10. Как построить эпюру поперечных сил для однопролетной балки, загруженной сосредоточенной силой в середине пролета?
11. Как построить эпюру поперечных сил для однопролетной балки, загруженной равномерно распределенной нагрузкой?
12. Как строится эпюра поперечных сил от действия сосредоточенной силы приложенной в конце консольной балки?
13. Как строится эпюра поперечных сил от действия распределенной нагрузки для консольной балки?
14. Какая зависимость между функцией изгибающих моментов и функцией прогибов?
15. Что такое модуль упругости первого рода?
16. Что такое модуль упругости второго рода (модуль сдвига)?
17. Какие геометрические характеристики известны из курса сопротивления материалов?
18. Что такое жесткость на растяжение-сжатие?
19. Что такое жесткость на сдвиг?
20. Что такое жесткость на изгиб?
21. Как определить площадь треугольника и его центр тяжести?
22. Как определить площадь трапеции (однозначной и двузначной)?

#### **3.2 Оценочные средства и критерии сформированности компетенций**

##### **3.2.1 Контрольные вопросы для первой аттестации**

1. Задачи и методы. Значение курса.
2. Понятие о расчетах сооружений по недеформированному и деформированному состояниям. Учет реальных свойств материалов. Системы линейно деформируемые, геометрически и физически нелинейные.
3. Неизменяемые, изменяемые и мгновенно-изменяемые системы. Статические и кинематические признаки мгновенной изменяемости систем.
4. Число степеней свободы систем, образованных из дисков, и стержневых систем Понятие о статически определимых и неопределимых системах.
5. Кинематический (структурный) анализ систем.
6. Образование и типы трех шарнирных систем.
7. Определение опорных реакций и внутренних усилий.

8. Сопоставление балочных и трех шарнирных систем.
9. Рациональная ось трех шарнирной арки при различных нагрузках.
10. Трехшарнирные арки и рамы с затяжкой.
11. Понятие о линиях влияния. Построение линий влияния реакций и усилий в простых балках (статический метод).
12. Особенности построения линий влияния при узловой передаче нагрузки.
13. Построение линий влияния опорных реакций и внутренних усилий в сечениях трехшарнирных систем. Метод нулевой точки.
14. Построение линий влияния реакций и усилий в стержнях консольно-балочных и шпренгельных ферм.
15. Кинематический метод построения линий влияния в стержнях плоских ферм.

### **3.2.2 Контрольные вопросы для второй аттестации**

1. Работа внешних и внутренних сил. Обобщенное выражение работы. Действительная и возможная работа.
2. Теоремы о взаимности работ и о взаимности перемещений.
3. Потенциальная энергия упругой системы. Выражение потенциальной энергии через вектор нагрузки и вектор перемещений.
4. Общий метод определения перемещений. Формула Максвелла-Мора.
5. Способы вычисления интегралов Максвелла-Мора.
6. Определение перемещений от изменения температуры и осадки опор.
7. Статически неопределимые системы и их свойства. Основная система и основные неизвестные. Канонические уравнения.
8. Общий алгоритм расчета статически неопределимых систем (на примере рамы) по методу сил.
9. Построение эпюр поперечных и продольных сил. Проверка правильности построения эпюр.
10. Матричная форма расчета СНС по методу сил.
11. Степень кинематической неопределимости плоской системы. Основные гипотезы, принятые в методе перемещений.
12. Сущность метода перемещений. Основные неизвестные и основная система метода перемещений. Канонические уравнения.
13. Табличные значения реакций в элементах основной системы метода перемещений при различных воздействиях.
14. Общий алгоритм расчета по методу перемещений при использовании гипотезы о не растяжимости стержней.
15. Понятие о расчете систем смешанным и комбинированным методами.

### **3.2.3 Контрольные вопросы для третьей аттестации**

1. Неразрезные балки. Типы неразрезных балок.
2. Основная система для расчета неразрезных балок по методу сил. Уравнения трех моментов. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил.
3. Расчет неразрезной балки на смещение опор.
4. Понятие о расчете неразрезной балки на упругих опорах. Уравнения пяти моментов.
5. Построение расчетных (огibaющих) эпюр изгибающих моментов.
6. Вступительные замечания.
7. Общие теоремы о работе и перемещениях при вибрационной нагрузке.
8. Расчет рам по методу сил.
9. Расчет рам по методу перемещений.

Выполнение лабораторных работ не предусмотрено.

### 3.2.4. Расчетно-графические работы

1. Расчет фермы и арки.
2. Расчет статически неопределяемой рамы.

### 3.3. Задания для промежуточной аттестации

#### Список вопросов к зачету

1. Задачи и методы. Значение курса.
2. Понятие о расчетах сооружений по недеформированному и деформированному состояниям. Учет реальных свойств материалов. Системы линейно деформируемые, геометрически и физически нелинейные.
3. Неизменяемые, изменяемые и мгновенно-изменяемые системы. Статические и кинематические признаки мгновенной изменяемости систем.
4. Число степеней свободы систем, образованных из дисков, и стержневых систем Понятие о статически определимых и неопределимых системах.
5. Кинематический (структурный) анализ систем.
6. Образование и типы трех шарнирных систем.
7. Определение опорных реакций и внутренних усилий.
8. Сопоставление балочных и трех шарнирных систем.
9. Рациональная ось трех шарнирной арки при различных нагрузках.
10. Трехшарнирные арки и рамы с затяжкой.
11. Понятие о линиях влияния. Построение линий влияния реакций и усилий в простых балках (статический метод).
12. Особенности построения линий влияния при узловой передаче нагрузки.
13. Построение линий влияния опорных реакций и внутренних усилий в сечениях трехшарнирных систем. Метод нулевой точки.
14. Построение линий влияния реакций и усилий в стержнях консольно-балочных и шпренгельных ферм.
15. Кинематический метод построения линий влияния в стержнях плоских ферм.
16. Работа внешних и внутренних сил. Обобщенное выражение работы. Действительная и возможная работа.
17. Теоремы о взаимности работ и о взаимности перемещений.
18. Потенциальная энергия упругой системы. Выражение потенциальной энергии через вектор нагрузки и вектор перемещений.
19. Общий метод определения перемещений. Формула Максвелла-Мора.
20. Способы вычисления интегралов Максвелла-Мора.
21. Определение перемещений от изменения температуры и осадки опор.
22. Статически неопределимые системы и их свойства. Основная система и основные неизвестные. Канонические уравнения.
23. Общий алгоритм расчета статически неопределимых систем (на примере рамы) по методу сил.
24. Построение эпюр поперечных и продольных сил. Проверка правильности построения эпюр.
25. Матричная форма расчета СНС по методу сил.
26. Степень кинематической неопределимости плоской системы. Основные гипотезы, принятые в методе перемещений.
27. Сущность метода перемещений. Основные неизвестные и основная система метода перемещений. Канонические уравнения.
28. Табличные значения реакций в элементах основной системы метода перемещений при различных воздействиях.
29. Общий алгоритм расчета по методу перемещений при использовании гипотезы о не растяжимости стержней.
30. Понятие о расчете систем смешанным и комбинированным методами.
31. Неразрезные балки. Типы неразрезных балок.

32. Основная система для расчета неразрезных балок по методу сил. Уравнения трех моментов. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил.
33. Расчет неразрезной балки на смещение опор.
34. Понятие о расчете неразрезной балки на упругих опорах. Уравнения пяти моментов.
35. Построение расчетных (огibaющих) эпюр изгибающих моментов.
36. Вступительные замечания.
37. Общие теоремы о работе и перемещениях при вибрационной нагрузке.
38. Расчет рам по методу сил.
39. Расчет рам по методу перемещений.
40. Расчет неразрезных балок на вибрационную нагрузку.
41. Понятие о динамическом расчете арок.
42. Понятие о точном расчете ферм.

#### **3.4. Задания для проверки остаточных знаний**

1. Общие теоремы о работе и перемещениях при вибрационной нагрузке.
2. Расчет рам по методу сил.
3. Расчет рам по методу перемещений.
4. Расчет неразрезных балок на вибрационную нагрузку.
5. Понятие о динамическом расчете арок.
6. Понятие о точном расчете ферм.