

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИСА

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

03.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.1.34 Строительная механика

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

08.03.01 Строительство

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Автомобильные дороги

Курс 3
Семестр 6

Распределение учебного времени

| | | |
|---|---------|-----------------------|
| Трудоемкость по учебному плану | 144 / 4 | часов/зачетных единиц |
| Лекции | 16 | часов |
| Лабораторные работы | - | часов |
| Практические занятия | 32 | часов |
| Иная контактная работа | - | часов |
| Всего контактной работы (без учета экз.) | 48 | часов |
| Контактная работа по экзамену | - | часов |
| Курсовой проект (работа) | - | семестр |
| Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.) | 96 | часов |
| Самостоятельная работа по подготовке к экзамену | - | часов |
| Экзамен | - | семестр |
| Зачет | - | семестр |
| БРК, ДЗ | 6 | семестр |

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 08.03.01 Строительство

Программу составили:

| | | | |
|---|-----------|-------------|----------------|
| заведующий кафедрой | СМиПМ | СОГЛАСОВАНО | С.П. Иванов |
| (должность) | (кафедра) | | (И.О. Фамилия) |
| доцент с ученой степенью кандидата наук | СМиПМ | СОГЛАСОВАНО | О.Г. Иванов |
| (должность) | (кафедра) | | (И.О. Фамилия) |

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

| | | | |
|------------------------|-------------|----------------|--|
| (наименование кафедры) | | | |
| 05.02.2025 | протокол № | 4 | |
| (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 | Е.В. Веюков |
| | | (И.О. Фамилия) |

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

| | |
|-------------|----------------|
| СОГЛАСОВАНО | Ю.А. Кузнецова |
| | (И.О. Фамилия) |

Эксперт(ы): Черкасов Юрий Викторович, начальник отдела безопасности дорожного движения ГКУ "Марийскавтодор

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 04.02.2025 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-5 Способность выполнять обоснование проектных решений автомобильных дорог и транспортных сооружений | ПК 5.4 Выполнение расчетов при проектировании дорожных одежд, системы водоотведения автомобильных дорог и искусственных сооружений | знания: Знать основы расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов различных сооружений. умения: Уметь решать некоторые типовые задачи расчета сооружений на прочность, жесткость и устойчивость. навыки: Владеть навыками применения методов математики и строительной механики при расчете сооружений. |

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: Изыскания и проектирование автомобильных дорог (ПК-5), Строительство малых искусственных сооружений (ПК-5)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Инженерные сооружения в транспортном строительстве (ПК-5); государственной итоговой аттестации в форме: 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, практические занятия, процедуры самообучения

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

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6 семестр

| Виды и темы занятий | Количество часов | Формируемые компетенции |
|---|------------------|-------------------------|
| Статически определяемые системы | 50 | ПК-5 |
| Лекция. Кинематический анализ сооружений. Многопролётные статически определяемые балки. | 2 | |
| Практическое занятие. Расчет статически определимых | 2 | |

| | | |
|---|-----------|------|
| многопролетных балок на постоянную нагрузку. | | |
| Практическое занятие. Расчет статически определимых многопролетных балок на подвижную нагрузку | 2 | |
| Лекция. Трёхшарнирные системы. | 2 | |
| Практическое занятие. Расчет трехшарнирных рам. | 2 | |
| Практическое занятие. Расчет трехшарнирных арок. | 2 | |
| Лекция. Плоские статически определимые фермы. Определение перемещений. | 2 | |
| Практическое занятие. Расчет ферм на постоянную нагрузку. Построение линий влияния (ЛВ) усилий в стержнях простейших ферм. | 2 | |
| Практическое занятие. Определение перемещений. | 2 | |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. Самостоятельное изучение и конспектирование учебного материала. 2. Выполнение расчетно-графического задания №1 «Расчет статически определимых систем». 3. Подготовка к текущему контролю: выполнение контрольной работы. | 32 | |
| Статически неопределимые системы | 50 | ПК-5 |
| Лекция. Расчёт статически неопределимых систем методом | 2 | |
| Практическое занятие. Расчёт статически неопределимых систем методом сил при действии на них нагрузки. | 2 | |
| Практическое занятие. Расчёт статически неопределимых систем методом сил на действие температуры и осадки опор. | 2 | |
| Практическое занятие. Определение перемещений в статически неопределимых системах. | 2 | |
| Лекция. Расчет сложных статически неопределимых систем методом сил. | 2 | |
| Практическое занятие. Расчёт статически неопределимых ферм и арок. | 2 | |
| Практическое занятие. Расчет неразрезной балки. | 2 | |
| Лекция. Расчёт статически неопределимых систем методом перемещений. | 2 | |
| Практическое занятие. Расчёт статически неопределимых систем методом перемещений при различных видах нагружения. | 2 | |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. Самостоятельное изучение и конспектирование учебного материала. 2. Выполнение расчетно-графического задания №2 «Расчет статически неопределимых систем». 3. Подготовка к текущему контролю: выполнение контрольной работы. | 32 | |
| Устойчивость стержневых систем. Динамика стержневых систем. | 44 | ПК-5 |
| Лекция. Устойчивость стержневых систем. | 2 | |
| Практическое занятие. Расчет на устойчивость системы с конечным числом степеней свободы. | 2 | |

| | |
|---|----|
| Практическое занятие. Расчет рам на устойчивость методом перемещений. | 2 |
| Лекция. Динамика стержневых систем. | 2 |
| Практическое занятие. Колебания систем с несколькими степенями свободы. | 2 |
| Практическое занятие. Вынужденные колебания. | 2 |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. Самостоятельное изучение и конспектирование учебного материала. 2. Выполнение расчетно-графического задания №3 «Расчет на устойчивость и динамический расчет стержневых систем». 3. Подготовка к текущему контролю: выполнение контрольной работы. | 32 |
| Иная контактная работа: | 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**. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине "Строительная механика" является **балльно-рейтинговый контроль**.

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. | Кривошапко, Сергей Николаевич. Строительная механика [Текст] : лекции, семинары, расчетно-графические работы : учеб. пособие для студентов вузов по направлениям подгот. и специальностям в области техники и технологии / С. Н. Кривошапко. М.: Высшая школа, 2008. - 390, [1] с. ISBN 978-5-06-005754-6. Экземпляры: всего 49. | 49 |
| 3. | 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 |
| 4. | Строительная механика [Текст] : контрол. задания и метод. указания к их выполнению / М-во образования и науки РФ, ГОУ ВПО "Мар. гос. техн. ун-т"; [сост.: С. П. Иванов, О. Г. Иванов]. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. - 123 с. Экземпляры: всего 64. | 64 / https://portal.volgatech.net/books/Ivanov_stroitelnaia_mexanika2011.pdf |
| 5. | 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 |
| 6. | 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_mexanika_2018.pdf |
| 7. | Иванов, Сергей Павлович. Строительная механика. Расчет статически неопределимых систем [Текст] : учебное пособие / С. П. Иванов, О. Г. Иванов, А. С. Иванова; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2022. - 133 с. ISBN 978-5-8158-2285-6. Экземпляры: всего | 5 / https://portal.volgatech.net/books/Ivanov_Stroitelnaia_mekhanika_Raschet_staticheski_neopredelimykh_sistem_2022.pdf |
| 8. | Расчет арок [Текст] : контрол. задания по строит. механике и метод. указания к их выполнению / [сост. : С. | 115 |

| | | |
|----|---|---|
| | П. Иванов, С. В. Шлычков]. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. - 30 с. Экземпляры: всего 115. | |
| 9. | Шапошников, Н. Н. Строительная механика [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Шапошников Н. Н., Кристалинский Р. Е., Дарков А. В. 16-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 692 с. ISBN 978-5-507-47191-1. | https://e.lanbook.com/book/339038 |

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 WRM (1969г) (1), Копировальная машина FC-210 (1), МАШИНА КМ-50-1 (1), МАШИНА РАЗРЫВНАЯ ИР 5047 50-02 (1), МАШИНА РАЗРЫВНАЯ Р-5 (1), Монитор LCD Samsung 19" SM 940 N (1), ОСЦИЛЛОГРАФ МО 71.1 (1), УН.ИСПЫТ МАШИНАГМС20 (1), УСТАНОВКА ППУ-7 (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 |
| 2. | 154 (I) | Автоматизированный комплекс для проведения оценок виброак. полей огражд.конструкций (1), Измеритель " ИДХ-1" (1), Измеритель " ЛТИ " (1), МОДЕЛЬ ДЛЯ ДЕМОНСТР (1), МОДЕЛЬ КИТАЙСК.ВОЛГО (1), Монитор 17" DELL (1), Монитор 19" Samsung 940MG (DOCSK) (1), Монитор LCD Samsung SM 17" (1), Ноутбук Samsung NP -RF 511-S02RU 15,6" (1), Ноутбук Voyager W510L i740(PM 1,73/533)i915GM/512/60 (1), ПК ICL RAY S301.2 сист.блок,клавиат,мышь,монитор Samsung P2250G KUV WZ1217) (1), ПРИБОР ФИЗИЧЕСКИЙ МО (1), Принтер Canon Jet Pixma iP4700 (1), Сист. блок Pen D 945 3.4 DDR 2 1024*2/FDD 3.5/250 Gb/DVD-RW/кл+мышь+коврик (1), Систем.блок P-Athlon64 X2 | 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 |

| | | | |
|----|---------|--|--|
| | | 6000/1024*2Мб/320 Gb/клавиатура+мышь+коврик (1), УСТАНОВКА ЦЕНТР УД. (1), Комплект учебной мебели (1) | |
| 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), МОДЕЛЬ КОНУС ТРЕНИЯ (1), Экран на штативе 180х180 (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 | отлично |

| | | |
|--|---|--|
| | показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ | |
|--|---|--|

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.

Образец задания для расчетно-графической работы

Для статически определимой многопролетной балки, размеры и нагрузки указаны на расчетной схеме, требуется:

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

Образец задания для контрольной работы

Для заданной трехшарнирной рамы, размеры и нагрузки указаны на расчетной схеме, требуется:

- 1) Определить опорные реакции и построить эпюры M , Q и N от заданной нагрузки.
- 2) Построить линию влияния распора.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

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

7. Основные понятия о трехшарнирных системах. Определение реакции связей.
8. Определение усилий (M , Q и N) в сечениях трехшарнирной арки.
9. Понятие о рациональной оси арки.
10. Построение линий влияния опорных реакций и внутренних сил (M , Q и N) в сечениях трехшарнирной арки.
11. Основные понятия о фермах. Классификация ферм. Условия геометрической неизменяемости.
12. Определение усилий в стержнях простых ферм: метод вырезания узлов, метод сечений.
13. Построение линий влияния усилий в стержнях балочных ферм.
14. Основные понятия об обобщенных силах и обобщенных перемещениях. Действительная работа внешних сил (теорема Клапейрона).
15. Работа внутренних сил стержневой системы. Потенциальная энергия системы.
16. Определение возможной работы внешних и внутренних сил.
17. Доказательство теорем о взаимности работ и взаимности перемещений. Теорема о взаимности реакций.
18. Вывод формулы Мора для определения перемещений.
19. Определение перемещений методом Верещагина (дать вывод формулы).
20. Определение перемещений в статически определимых системах от действия температуры.
21. Определение перемещений в статически определимых системах от смещения опор.
22. Основные понятия о статически неопределимых системах (СН). Степень СН. Свойства статически неопределимых систем и методы их расчета.
23. Определение степени статической неопределимости методом сил. Способы образования основных систем и требования, предъявляемые к ним.
24. Вывод канонических уравнений метода сил.
25. Порядок расчета статически неопределимых систем методом сил (на примере).
26. Построение эпюр M , Q и N . Проверки коэффициентов и свободных членов канонических уравнений.
27. Упрощение канонических уравнений метода сил для симметричных систем.
28. Использование группировки неизвестных метода сил.
29. Расчет статически неопределимых систем методом сил на действие температуры.
30. Расчет статически неопределимых систем методом сил на осадки опор.
31. Определение перемещений в статически неопределимых системах.
32. Основные понятия о неразрезных балках. Дать вывод уравнения трех моментов.
33. Расчет неразрезных балок в матричной форме.
34. Расчет статически неопределимых ферм.
35. Расчет статически неопределимых арок.
36. Сущность метода перемещений. Составление основной системы и определение количества

неизвестных.

37. Вывод канонических уравнений метода перемещений.
38. Определение коэффициентов и свободных членов системы канонических уравнений метода перемещений статическим способом. Построение эпюр M , Q и N .
39. Расчет статически неопределимых систем методом перемещений на действие температуры.
40. Расчет статически неопределимых систем методом перемещений на осадки опор.
41. Основные понятия об устойчивости упругих систем понятие о критической нагрузке. Виды потери устойчивости (1-го и 2-го рода). Понятие о степенях свободы.
42. Методы исследования устойчивости систем. Статический метод исследования устойчивости системы с одной степенью свободы.
43. Устойчивость плоских рам. Основные допущения. Методы расчета рам на устойчивость.
44. Расчет рам на устойчивость методом перемещений.
45. Основные понятия о динамике систем. Виды динамических нагрузок. Методы решения. Степени свободы.
46. Свободные колебания систем с одной степенью свободы.
47. Свободные колебания систем с несколькими степенями свободы. Вывод векового уравнения для определения частот.
48. Основные понятия о вынужденных колебаниях систем с одной степенью свободы при действии гармонической нагрузки.
49. Расчет на вынужденные колебания систем с несколькими степенями свободы при действии вибрационной нагрузки методом сил.