



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Строительной механики

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Строительная механика и металлические конструкции наземных транспортно-технологических
машин

направление подготовки/специальность 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Подъемно-транспортные,
строительные, дорожные средства и оборудование

Форма обучения заочная

Санкт-Петербург, 2023

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются формирование у студентов фундаментальных знаний в области расчетов элементов инженерных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость; приобретение практических навыков расчета стержней, пластин и оболочек на прочность, жесткость и устойчивость; освоение методов решения задач строительной механики машин.

Задачами освоения дисциплины являются

- изучение основных уравнений и методов решения задач строительной механики машин; изучение современных методов расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов машин и конструкций;

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

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП |
|---|--|---|
| ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей; | ОПК-1.6 Осуществляет решение математических уравнений | знает Знает требования к состоянию машины умеет Применить на практике знания в области механики строительных конструкций владеет Методами контроля состояния машины |
| ПК-4 Способен разрабатывать проект конструкции подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин и оборудования | ПК-4.2 Разрабатывает проект технического предложения с учетом возможности механизации, автоматизации и роботизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин и оборудования | знает основные понятия механики машин умеет на практике применять основные инструменты расчёта машин владеет Основными понятиями в области составления конструкторской документации |

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.28 основной профессиональной образовательной программы 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства и относится к обязательной части учебного плана.

Для изучения дисциплины обучающиеся должны владеть знаниями, полученными при изучении дисциплин:

Сопротивление материалов

Высшая математика

Теоретическая механика

Аналитическая динамика и теория колебаний

| № п/п | Последующие дисциплины | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|-------|--------------------------|--|
| 1 | Конструкторская практика | ПК-1.5, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.3, ПК-4.2, ПК-4.4, ПК-4.5 |

| | | | | | | | | | | | |
|------|---|---|---|--|---|--|--|--|----|------|-----------------|
| 2.1. | Однодисковые и двухдисковые безраспорные расчётные схемы. | 3 | 3 | | 4 | | | | | 7 | ОПК-1.6, ПК-4.2 |
| 2.2. | Многопролётные шарнирно-консольные балки | 3 | 1 | | | | | | | 1 | ОПК-1.6, ПК-4.2 |
| 3. | 3 раздел. 3. Расчёт статически определимых систем на действие подвижной нагрузки. | | | | | | | | | | |
| 3.1. | Линии влияния в простых балках | 3 | 1 | | 2 | | | | | 3 | ОПК-1.6, ПК-4.2 |
| 3.2. | Линии влияния в шарнирно-консольных балках | 3 | 1 | | | | | | | 1 | ОПК-1.6, ПК-4.2 |
| 3.3. | Линии влияния в плоских фермах | 3 | 1 | | | | | | 14 | 15 | ОПК-1.6, ПК-4.2 |
| 4. | 4 раздел. 4. Расчёт статически неопределимых систем методом сил | | | | | | | | | | |
| 4.1. | Свойство СНС. Идея метода сил. | 3 | 2 | | 2 | | | | | 4 | ОПК-1.6, ПК-4.2 |
| 4.2. | Расчёт методом сил на действие силовой нагрузки. | 3 | 1 | | 4 | | | | | 5 | ОПК-1.6, ПК-4.2 |
| 5. | 5 раздел. Контроль | | | | | | | | | | |
| 5.1. | Зачёт | 3 | | | | | | | | 4 | ОПК-1.6, ПК-4.2 |
| 6. | 6 раздел. Иная контактная работа | | | | | | | | | | |
| 6.1. | Иная контактная работа | 3 | | | | | | | | 1,25 | ОПК-1.6, ПК-4.2 |
| 7. | 7 раздел. Контроль | | | | | | | | | | |
| 7.1. | Зачет с оценкой | 3 | | | | | | | | 4 | ОПК-1.6, ПК-4.2 |

5.1. Лекции

| № разд | Наименование раздела и темы лекций | Наименование и краткое содержание лекций | | | | | | | | | |
|--------|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 1 | Введение. типы расчётных схем. | Типы схем. Предмет и объект изучения строительной механики. | | | | | | | | | |
| 2 | Кинематический анализ расчётных схем. | Кинематический анализ Понятие о геометрической неизменяемости расчётных схем. | | | | | | | | | |
| 3 | Однодисковые и двухдисковые безраспорные расчётные схемы. | Однодисковые системы Проверка геометрической неизменяемости однодисковых и двухдисковых схем. Анализ образования и порядок определения реакций во внешних и внутренних связях. Построение эпюр усилий. | | | | | | | | | |
| 4 | Многопролётные шарнирно-консольные балки | Многопролётные балки Классификация расчетных схем ШКБ. Порядок образования и порядок расчета реакций в дисках ШКБ. Проверка равновесия. Построение эпюр усилий. Рациональная расстановка шарниров в расчетной схеме. | | | | | | | | | |
| 5 | Линии влияния в простых балках | Линии влияния в балках Понятие о линии влияния. Построение линий влияния реакций и | | | | | | | | | |

| | | |
|---|--|---|
| | | усилий в балке на двух шарнирных опорах. Построение линий влияния реакций и усилий в консольной балке. |
| 6 | Линии влияния в шарнирно-консольных балках | Линии влияния в шарнирно-консольных балках Принципы построения линий влияния в шарнирно-консольных балках. Передача линии влияния с исследуемого диска по поэтажной схеме. Построение линий влияния реакций и усилий. Примеры задач. |
| 7 | Линии влияния в плоских фермах | Линии влияния в плоских фермах Особенности построения линий влияния в фермах. Построение линий влияния реакций и усилий в простой балочной ферме. Построение линий влияния реакций и усилий в консольной ферме. |
| 8 | Свойство СНС. Идея метода сил. | Метод сил. ИДЕЯ МЕТОДА СИЛ. Сравнительный анализ статически определимых и статически неопределимых систем. Степень статической неопределимости. Основная система метода сил. |
| 9 | Расчёт методом сил на действие силовой нагрузки. | Расчёт на действие силовой нагрузки. Канонические уравнения метода сил при расчете на силовую нагрузку. Определение коэффициентов и свободных членов. Порядок расчета методом сил на силовую нагрузку. Пример расчета. |

5.2. Практические занятия

| № разд | Наименование раздела и темы практических занятий | Наименование и содержание практических занятий |
|--------|---|---|
| 2 | Кинематический анализ расчётных схем. | Решение задач на кинематический анализ систем Решение примеров данного типа задач |
| 3 | Однодисковые и двухдисковые безраспорные расчётные схемы. | Решение многодисковых систем Решение задач на определение реакций опор и построение эпюр усилий в однодисковых рамах. Решение задач на определение реакций во внешних и внутренних связях двухдисковых безраспорных рам. Построение эпюр усилий. |
| 5 | Линии влияния в простых балках | Линии влияния в балках Изучение теоретического материала по теме. Решение типовых задач. |
| 8 | Свойство СНС. Идея метода сил. | Решение задач Методом сил. изучение теоретического материала по теме. |
| 9 | Расчёт методом сил на действие силовой нагрузки. | Расчёт методом сил на действие силовой нагрузки Вычисление степени статической неопределимости. Выбор основной системы метода сил. Составление и решение канонического уравнения. Построение эпюры моментов в заданной системе. Деформационная проверка. |

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

| № разд | Наименование раздела дисциплины и темы | Содержание самостоятельной работы |
|--------|--|--|
| 1 | Введение. типы расчётных схем. | Самостоятельное изучение пройденного материала |
| 2 | Кинематический анализ расчётных схем. | Самостоятельная работа по разделу Самостоятельное изучение студентами пройденного материала |
| 7 | Линии влияния в плоских фермах | Самостоятельная работа по разделу Изучение теоретического материала по теме. Выполнение задачи 2.2 из КР № 2. |

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельные работы выполняются индивидуально в свободное от занятий время.
Обучающийся обязан:

- перед выполнением самостоятельной работы, повторить теоретический материал, пройденный на аудиторных занятиях;
- выполнить работу согласно заданию;
- по каждой самостоятельной работе представить преподавателю отчет в письменном виде.
- ответить на поставленные вопросы.
- работу выполнить аккуратно, с выполнением требований ГОСТ

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

| № п/п | Контролируемые разделы дисциплины (модуля) | Код и наименование индикатора контролируемой компетенции | Вид оценочного средства |
|-------|---|--|------------------------------|
| 1 | Введение. типы расчётных схем. | ОПК-1.6, ПК-4.2 | Устный опрос. решение задач. |
| 2 | Кинематический анализ расчётных схем. | ОПК-1.6, ПК-4.2 | Устный опрос. Решение задач. |
| 3 | Однодисковые и двухдисковые безраспорные расчётные схемы. | ОПК-1.6, ПК-4.2 | Устный опрос. Решение задач. |
| 4 | Многопролётные шарнирно-консольные балки | ОПК-1.6, ПК-4.2 | Устный опрос. Решение задач. |
| 5 | Линии влияния в простых балках | ОПК-1.6, ПК-4.2 | Устный опрос. решение задач. |
| 6 | Линии влияния в шарнирно-консольных балках | ОПК-1.6, ПК-4.2 | Устный опрос. решение задач. |
| 7 | Линии влияния в плоских фермах | ОПК-1.6, ПК-4.2 | Устный опрос. решение задач. |
| 8 | Свойство СНС. Идея метода сил. | ОПК-1.6, ПК-4.2 | Устный опрос. решение задач. |
| 9 | Расчёт методом сил на действие силовой нагрузки. | ОПК-1.6, ПК-4.2 | Устный опрос. решение задач. |
| 10 | Зачёт | ОПК-1.6, ПК-4.2 | Устный опрос. Задачи. |
| 11 | Иная контактная работа | ОПК-1.6, ПК-4.2 | |
| 12 | Зачет с оценкой | ОПК-1.6, ПК-4.2 | Устный опрос. решение задач. |

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Вопросы по разделам предмета Для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК-1, ПК-4

Задачи по разделам предмета Для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК-1, ПК-4

Примеры задач для текущего контроля размещены по адресу: ЭИОС Moodle по адресу [https://moodle.spbgasu.ru/Кафедра Строительной механики/Строительная механика и металлические конструкции наземных транспортно-технологических машин](https://moodle.spbgasu.ru/Кафедра%20Строительной%20механики/Строительная%20механика%20и%20металлические%20конструкции%20наземных%20транспортно-технологических%20машин)

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

| | |
|-------------------------------|---|
| Оценка «отлично» (зачтено) | знания: - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) умения: - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин навыки: - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безусловно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий |
|-------------------------------|---|

| | |
|--|--|
| <p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p> | <p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p> |
| <p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p> | <p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи</p> <p>навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p> |
| <p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p> | <p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;</p> <p>умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок</p> <p>навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p> |

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Вопросы для проведения промежуточной аттестации во втором семестре. При проведении зачёта с оценкой.

- Какая наука называется строительной механикой?
- Какие задачи изучаются в курсе строительной механики стержневых систем?
- Какие важные факторы определяют задачу расчета сооружения?
- Какие этапы предполагает всякий инженерный расчет?
- Как соотносятся учебные курсы сопротивления материалов и строительной механики?
- Что понимают под расчетной схемой сооружения? Какими соображениями руководствуются при идеализации сооружения?
- Как классифицируются расчетные схемы?
- Перечислите основные типы стержневых систем.
- Какие гипотезы принимаются для упрощения расчета сооружений?
- Какие расчетные схемы сооружений изучают в строительной механике стержневых систем?
- Приведите пример стержневой расчетной системы.
- Приведите пример тонкостенной расчетной схемы.
- Приведите пример массивной расчетной схемы.
- Что такое связь и какими характеристиками она обладает?
- Что определяет кинематическая и статическая характеристики связи?
- Какие системы называются плоскими?
- Какие системы называются пространственными?
- Какие типы опор в плоских системах вы знаете?
- Как идеализируются опоры сооружений?
- Какими характеристиками обладает шарнирно-подвижная опора?
- Какими характеристиками обладает шарнирно-неподвижная опора?
- Какими характеристиками обладает заделка?
- Какими характеристиками обладает подвижное защемление?
- Какими связи называются внутренними?
- Сформулируйте принцип независимости действия сил.
- Какие усилия возникают в сечении стержня плоской стержневой системы при произвольном нагружении? Дать их определение.
- Какие усилия возникают в сечении стержня пространственной стержневой системы при произвольном нагружении?
- Укажите направления возможных реакций и перемещений для различных типов опор плоских систем.
- Какая модель деформируемого тела применяется в классической строительной механике и к каким материалам она неприменима?
- Какая система называется геометрически неизменяемой?
- Что называется степенью свободы плоской стержневой системы?
- Что такое простой шарнир и скольким кинематическим связям он эквивалентен?
- Что такое сложный шарнир?
- Какой шарнир в плоских системах называется кратным?
- Как определяется кратность шарнира в плоских системах?
- Цель и задачи кинематического анализа сооружений.
- В чем заключается кинематический анализ расчетной схемы сооружения?
- Какие системы называются геометрически неизменяемыми, изменяемыми и мгновенно изменяемыми?
- Что такое число степеней свободы?
- По какой формуле определяется степень свободы плоской стержневой системы?
- Как записывается основная формула кинематического анализа?
- Как классифицируются системы по степени свободы?
- Что называется диском?
- Сколько степеней свободы на плоскости имеет точка?
- Сколько степеней свободы на плоскости имеет диск?
- По какому принципу объединяются 2 диска на плоскости в единое целое?

- По какому принципу объединяются 3 диска на плоскости в единое целое?
- В чем заключается необходимое условие геометрической неизменяемости?
- Как проверяется геометрическая неизменяемость системы?
- Какие системы называются изменяемыми?
- Какие способы образования неизменяемых систем знаете?
- Каков порядок кинематического анализа?
- Что такое метод нулевой нагрузки?
- Какое необходимое, но недостаточное условие является признаком геометрической неизменяемости системы?
- В чем состоит анализ геометрической структуры системы?
- Перечислите способы образования геометрически неизменяемых стержневых систем?
- Какие системы называют мгновенно-изменяемыми и почему?
- Почему мгновенно-изменяемые системы не применяют в строительной практике?
- Почему недопустимы системы, близкие к мгновенно изменяемым?
- Классификация сооружений по величине степени свободы.
- Принципы (леммы) образования геометрически-неизменяемых систем.
- Признаки мгновенно-изменяемых систем.
- Сущность структурного анализа сооружений.
- Общая последовательность проведения кинематического анализа.
- Дайте определения статически определимой и статически неопределимой системы
- Назовите главную особенность статически определимых систем?
- Какие формы уравнений равновесия можно записать для плоской системы?
- Что такое изгибающий момент, поперечная сила и продольная сила?
- Как определяется изгибающий момент в сечении, как определяется его знак?
- Как определяется поперечная сила в сечении, как определяется ее знак?
- Как определяется продольная сила в сечении, как определяется ее знак?
- Какой дифференциальной зависимостью связаны изгибающий момент M и поперечная сила

Q?

- Как определить положение сечения с экстремальным значением изгибающего момента?
- Какие методы используются при расчете статически определимых систем?
- В чем сущность метода замены связей?
- Какой общий вывод можно сделать после анализа методов расчета статически определимых систем?
- От какой по величине нагрузки строится линия влияния усилия?
- Какое направление имеют единичная сила или момент при построении линии влияния?
- Меняется ли положение единичной силы при построении линии влияния?
- Какие методы используются для построения линий влияния?
- Какое характерное отличие проявляется на линиях влияния усилий при узловой передаче нагрузки?
- Понятие о многопролетных статически определимых балках. Их преимущества и недостатки. Область применения.
- Как проверить статическую определимость и геометрическую неизменяемость многопролетной статически определимой балки?
- Опишите алгоритм расчета многопролетной статически определимой балки
- Порядок проведения кинематического анализа разрезных балок
- Какая система называется поэтажной схемой? Приведите пример.
- Порядок построения поэтажной схемы для многопролетных статически определимых балок.
- Последовательность построения эпюр M и Q в многопролетных статически определимых балках.
- Сформулируйте правила построения поэтажной схемы
- Охарактеризуйте узловой способ передачи нагрузки в разрезной балке
- Правила нахождения опорных реакций в многопролетной балке
- Проверки, применяемые при расчете разрезных балок
- Алгоритм расчета балки на совместное действие постоянной и временной нагрузки
- Какие зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и нагрузкой

используются при проверке правильности построения эпюр?

- Как построить эпюру изгибающих моментов при узловой передаче нагрузки?
- Последовательность построения эпюр M , Q , N в статически определимых рамах.
- Проверки правильности построения эпюр M , Q , N в статически определимых рамах.
- Понятие о ферме и ее основных элементах.
- По каким признакам классифицируют фермы?
- Какая ферма называется плоской?
- Приведите пример плоской балочной фермы с треугольной решеткой.
- Приведите пример фермы с полигональным верхним поясом.
- Приведите пример консольной фермы.
- Основные допущения, принимаемые при расчете ферм.
- Какие способы используются при расчете ферм?
- Назовите признаки, упрощающие расчет ферм.
- Каково условие геометрической неизменяемости и статической определимости плоской

фермы?

- Каково условие геометрической неизменяемости и статической определимости

пространственной фермы?

- Опишите порядок расчета статически определимых плоских ферм.
- Порядок проведения кинематического анализа плоских ферм.
- Правила сведения внешней нагрузки к узловой при расчете плоских ферм.
- Особенности учета собственного веса при расчете плоских ферм.
- Как прикладывается нагрузка в расчетной схеме фермы?
- Понятие моментной точки. Правила ее нахождения.
- Охарактеризуйте три способа определения усилий в плоских фермах.
- Аналитические методы определения усилий в стержнях ферм. Правило знаков для

продольной силы (усилия) в стержнях.

- Какие требования предъявляются к расчету ферм при использовании метода вырезания

узлов?

- Метод вырезания узлов. Некоторые частные случаи (леммы) по равновесию узлов.
- Метод сквозных сечений.
- Какие основные условия применения метода сквозных сечений при расчете плоских

балочных ферм?

- Какую точку называют моментной при использовании метода сквозных сечений?
- Когда использование способа проекций в методе сквозных сечений предпочтительнее

способа моментной точки?

- Проверки правильности определения усилий в стержнях ферм.
- Правила построения линий влияния продольных усилий в стержнях фермы
- Что понимают под ездовым поясом при построении линий влияния?
- Особенности построения линий влияния усилий в элементах 1-4-й категорий для плоских

ферм

- Определение опасного положения подвижной нагрузки (единичной, связанной системы

нескольких сил, полубесконечной) при расчете плоских ферм

- Правила расчета ферм на совместное действие постоянной и подвижной нагрузок.
- Какие системы называются распорными? Что такое распор?
- В чем главная особенность трехшарнирных систем?

- Как определяются опорные реакции в трехшарнирных рамах с опорами на одном уровне при

действии произвольной нагрузки?

- Как определяется распор в трехшарнирной арке?
- Как определяется положение нулевых точек линий влияния M , Q и N в арке?
- Какие преимущества и недостатки имеет трехшарнирная арка по сравнению с балкой и

фермой?

- Постройте рациональную ось трехшарнирной системы при загрузении левой половины

равномерно распределенной нагрузкой (средний шарнир расположите посередине пролета).

- Что такое линия влияния усилий? Постройте линию влияния для реакции опоры в

однопролетной балке.

- Что такое линия влияния и чем она отличается от эпюры?

- Что показывает ордината линии влияния какого-либо усилия?
- О чем говорит знак ординаты линии влияния какого-либо усилия?
- В чем преимущество метода линий влияния?
- Приведите пример линии влияния вертикальной реакции в простой балке.
- Приведите пример линии влияния вертикальной реакции в консольной балке.
- Приведите пример линии влияния изгибающего момента и поперечной силы в сечении простой балки.
- Приведите пример линии влияния изгибающего момента и поперечной силы в сечении консольной балки.
- В каких точках многопролетной шарнирно-консольной балки линии влияния могут иметь переломы?
- Как по линии влияния определить величину усилия при действии на систему нескольких сосредоточенных сил?
- Как по линии влияния определить величину усилия при действии на систему нескольких распределенных нагрузок?
- Чем отличается линия влияния при узловой передаче нагрузки?
- Как определяется усилие от постоянной нагрузки по линии влияния?
- Какие способы используются при построении линий влияния усилий фермы?
- Чем отличаются действительная и возможная работы?
- По какой формуле определяется работа статически приложенной силы?
- По какой формуле определяется работа внезапно приложенной силы?
- Как формулируется теорема Бетти?
- Какие состояния рассматриваются при определении перемещений?
- Чем отличаются определение перемещений в рамах и фермах?
- Какое перемещение называется возможным?
- Какая работа называется возможной?
- Сформулируйте теорему о взаимности работ.
- Сформулируйте теорему о взаимности перемещений.
- Сформулируйте принцип возможных перемещений.
- Запишите формулу, соответствующую теореме о взаимности реакций.
- Какие два состояния системы необходимо рассматривать для определения перемещения?
- Как выбрать схему вспомогательного состояния для определения линейного перемещения?
- Как выбрать схему вспомогательного состояния для определения угла поворота?
- Как выбрать схему вспомогательного состояния для определения взаимного смещения двух сечений?
- В каком виде используется формула Мора для определения перемещений в изгибаемых плоских системах?
- В каком виде используется формула Мора для определения перемещений в комбинированных плоских системах?
- По какой формуле можно перемножить две эпюры в виде трапеций при определении перемещений?
- По какой формуле можно перемножить две эпюры, одна из которых криволинейная, а другая имеет вид трапеции?
- По какой формуле определяются перемещения от температурного воздействия?
- Дать определение степени статической неопределимости и показать как ее определять для плоских систем.
- Свойства статически неопределимых (с.н.) систем.
- В чем состоит отличие статически неопределимых систем от статически определимых систем?
- Как определяется число лишних связей статически неопределимой системы?
- Основные методы расчета с.н. систем.
- Что называется основной системой метода сил?
- Какие требования предъявляются к основным системам метода сил?
- Формирование основных систем при расчете статически неопределимых ферм, плоских рам и балок по методу сил
- Определение количества лишних связей в методе сил. Выбор основной системы.

- Физический смысл системы канонических уравнений в методе сил.
- Сформулируйте физический смысл условий совместности деформаций в методе сил.
- Система канонических уравнений метода сил: ее смысл, способы и проверка правильности решения. Матричный способ решения системы.
 - Каким требованиям должна удовлетворять основная система?
 - В чем заключается физический смысл канонических уравнений метода сил?
 - В чем заключается физический смысл коэффициентов при неизвестных системы канонических уравнений метода сил?
 - В чем заключается физический смысл свободных членов уравнений метода сил?
 - Какой особенностью обладают главные коэффициенты системы канонических уравнений метода сил?
 - Какой особенностью обладают побочные коэффициенты системы канонических уравнений метода сил?
 - Чем отличается вычисление коэффициентов при неизвестных от вычисления грузовых коэффициентов?
 - Какое преимущество дает использование теоремы Максвелла?
 - Определение перемещений с использованием способа Верещагина. Теорема о взаимности перемещений (теорема Максвелла).
 - Порядок расчета с.н. рам методом сил на внешнее силовое воздействие.
 - Покажите основную систему и запишите канонические уравнения метода сил при расчете рамы на осадку опор?
 - Основные проверки правильности расчета с.н. рам методом сил.
 - Запишите систему канонических уравнений метода сил для дважды статически неопределимой системы.
 - Какие существуют способы проверки коэффициентов канонических уравнений?
 - Какие необходимо выполнить проверки эпюры изгибающих моментов в заданной системе?
 - В чем заключается универсальная проверка?
 - В чем заключается физический смысл деформационной проверки?
 - Для чего используется постолбцовая проверка?
 - Каков алгоритм метода сил?
 - Какие способы проверки правильности расчета существуют?
 - Особенности расчета неразрезных балок методом сил. Уравнения 3-х моментов.
- Какие три способа применяются при определении перемещений статически неопределимых систем?
 - Какие системы называются симметричными?
 - Какое преимущество дает использование симметрии рамы?
 - Какие требования предъявляются к основной системе метода сил при учете симметрии?
 - Какие упрощения возможны при расчете симметричных стержневых систем методом сил?
 - Приведите пример выбора основной системы метода сил при учете симметрии.
 - В чем смысл группировки неизвестных при расчете методом сил?
 - Покажите на примере получение основной системы метода сил с использованием группировки неизвестных.
 - Что такое степень кинематической неопределимости?
 - Какие гипотезы принимаются при расчете рам методом перемещений?
 - Как определяется основная система метода перемещений?
 - Что называется жесткостью?
 - В чем заключается сущность метода перемещений?
 - Как записывается система канонических уравнений метода перемещений?
 - Что является основными неизвестными в методе перемещений?
 - Какая дополнительная информация нужна при расчете рам методом перемещений?
 - Как рассчитываются элементарные состояния основной системы метода перемещений?
 - Какими способами определяются коэффициенты канонических уравнений метода перемещений?
 - Как формулируется теорема Релея?
 - Из каких этапов состоит алгоритм метода перемещений?
 - Какие сходства и различия имеют метод сил и метод перемещений?

- Формирование основной системы при расчете кинематически неопределимых плоских рам и балок по методу перемещений.

- Сформулируйте физический смысл условий совместности деформаций в методе перемещений.

- Система канонических уравнений метода перемещений: ее смысл, способы и проверка правильности решения. Матричный способ решения системы.

- Какие внутренние усилия возникают в пространственных стержневых системах?

- Какова сущность континуального подхода?

- Что такое дискретный подход в механике?

- Какова общая схема реализации различных методов расчета при дискретном подходе?

- Как определяется дискретная модель стержневой системы?

- Какой способ переноса нагрузки предпочтительнее и чем это обосновано?

- Что такое уравнение равновесия и как оно получается?

- Какие особенности расчетной модели можно установить по полученной матрице равновесия?

- Что такое матрица податливости элемента?

- Из каких этапов состоит алгоритм дискретного метода?

- Какой из подходов механики реализуется в МКЭ?

- Какие основные типы КЭ используются в МКЭ?

- Как формулируется принцип Лагранжа?

- Для чего нужны координатные функции и матрицы форм?

- Что такое функция формы?

- Как определяется матрица жесткости КЭ?

- Какой физический смысл имеют элементы матрицы жесткости?

- Почему и как внешняя нагрузка переносится в узлы?

- Как осуществляется переход к общей системе координат?

- Как формируется глобальная матрица жесткости?

- Как учитываются граничные условия?

- Каким образом вычисляются перемещения и внутренние усилия?

- Какие функции выполняют препроцессор, процессор и постпроцессор?

- Из каких этапов состоит алгоритм МКЭ?

- Чем отличается кинематический анализ пространственных систем от кинематического анализа плоских систем?

- Какие методы используются при расчете пространственных ферм?

- Какие особенности имеет определение перемещений и расчет методом сил пространственных систем по сравнению с плоскими?

- Возникают ли усилия в статически неопределимых системах от теплового воздействия и неравномерной осадки опор и каким методом их можно определить, если они возникают?

- Как учитывается винклеровское основание при расчете балок на упругом основании?

- Когда происходит потеря устойчивости центрально сжатого стержня?

- Какой критерий и метод расчета на устойчивость применяется для сложных систем?

- Определение перемещений в с.н. системах.

- Основные методы расчета упругих оболочек.

- Какие основные задачи решает динамика сооружений?

- Чем отличается динамическая степень свободы от статической?

- На какие три вида делятся колебания колебательных систем?

- Какая разница между собственными и свободными колебаниями?

- Как изменяется частота колебаний при изменении массы?

- Как определяется интеграл Дюамеля?

- Что такое динамический коэффициент?

- Когда возникает резонанс?

- Что такое спектр частот?

- Какая нагрузка называется вибрационной?

- Какие уравнения используются при расчете на вибрационную нагрузку?

- Каков порядок расчета на вибрационную нагрузку?

- Что изучает теория устойчивости сооружений?

- Какие виды потери устойчивости существуют?
- Что такое критическое состояние системы?
- Что такое безразличное состояние системы?
- Что такое потеря устойчивости первого рода?
- Что такое потеря устойчивости второго рода?
- Какова основная задача теории устойчивости?
- В чем заключается статический критерий устойчивости?
- Что такое коэффициент устойчивости?
- Что такое приведенная жесткость стержня?
- Как изменяется критическая сила при увеличении жесткости системы?
- Как изменяется критическая сила при увеличении длины стержня?
- Что такое уравнение устойчивости первого рода?
- Как определяются границы критического корня?
- Как определяется критический параметр?
- От каких параметров зависит величина критической нагрузки?
- Чем отличается потеря устойчивости второго рода от потери устойчивости первого рода?
- Что такое критическая сила?
- Какими методами можно вести расчет на устойчивость?
- Какие критерии используются при расчете на устойчивость?
- Какие гипотезы принимаются при расчете рам на устойчивость?
- Что такое параметр устойчивости?
- Что такое уравнение устойчивости?
- Какие допущения принимаются при расчете плоских рам на устойчивость?
- Какой вид имеют канонические уравнения метода перемещений при расчете рам на устойчивость?
- Как записывается уравнение изгиба сжатого стержня в момент потери устойчивости?
- Какой способ применяется для решения уравнения устойчивости?
- Формирование характеристического уравнения устойчивости при расчете плоских рам на устойчивость при действии узловой нагрузки.
- Способы решения трансцендентного уравнения. Использование обратной линейной интерполяции.
- Формирование частотного (векового) уравнения колебаний при расчете плоских рам с конечным числом степеней свободы. Способы решения кубического уравнения.
- Определение собственных форм колебаний плоской рамы с 3-я степенями свободы.

Графическое представление.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Файл с типовыми заданиями загружен в приложении

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Расчёт стрелы башенного крана

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п.7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п.7.3. Промежуточные аттестации по дисциплине проводится в форме зачёта и зачета с оценкой.

Зачёт проводится в устной форме, по результатам выполненных за семестр работ.

В билет включено до 6 теоретических вопросов и до 3 практических заданий, соответствующих содержанию формируемых компетенций.

Зачет с оценкой проводится в устной форме. Для подготовки по решению задач по зачётному билету отводится 40 минут.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

| Критерии оценивания | Уровень освоения и оценка | | | |
|---------------------|---|---|---|---|
| | Оценка «неудовлетворительно» | Оценка «удовлетворительно» | Оценка «хорошо» | Оценка «отлично» |
| | «не зачтено» | «зачтено» | | |
| | <p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p> | <p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p> | <p>Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p> | <p>Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p> |

| | | | | |
|--------|---|--|--|--|
| знания | <p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета. | <p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы. | <p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы. | <p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора. |
| умения | <p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p> | <p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> | <p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> | <p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> |

| | | | | |
|-------------------|---|--|---|---|
| владение навыками | <p>Не может выбрать методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач.</p> <p>Делает некорректные выводы.</p> <p>Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p> | <p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач.</p> <p>Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов.</p> <p>Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p> | <p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач</p> <p>Делает корректные выводы по результатам решения задачи.</p> <p>Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p> | <p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий.</p> <p>Не допускает ошибок при выполнении заданий.</p> <p>Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий.</p> <p>Грамотно обосновывает ход решения задач.</p> |
|-------------------|---|--|---|---|

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

| № п/п | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы | Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС |
|---|--|---|
| <u>Основная литература</u> | | |
| 1 | Соколов С. А., Строительная механика и металлические конструкции машин, Санкт-Петербург: Политехника, 2020 | http://www.iprbookshop.ru/94830.html |
| 2 | Бабанов В. В., Теоретическая механика для архитекторов : в 2 т., Москва: Академия, 2008 | 366 |
| <u>Дополнительная литература</u> | | |
| 1 | Бабанов В. В., Строительная механика, М.: Академия, 2011 | 384 |

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

| Наименование ресурса сети «Интернет» | Электронный адрес ресурса |
|--|---|
| Электронно-библиотечная система "Лань" | https://e.lanbook.com |
| Научно-техническая библиотека СПбГАСУ | https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/ |

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

| Наименование | Электронный адрес ресурса |
|--|---|
| Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ | https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Obrazovatelnye_internet-resursy/ |
| Периодические издания СПбГАСУ | https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/ |
| Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ | www.spbgasu.ru |
| Российская государственная библиотека | www.rsl.ru |
| Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart" | http://www.iprbookshop.ru/ |
| Информационно-правовая система Консультант | \\law.lan.spbgasu.ru\Consultant Plus ADM |
| Информационно-правовая база данных Кодекс | http://gasudata.lan.spbgasu.ru/docs/ |
| Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle | https://moodle.spbgasu.ru/ |
| Электронная библиотека Ирбис 64 | http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/ |
| Электронно-библиотечная система издательства "Лань" | https://e.lanbook.com/ |

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

| Наименование | Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое) |
|--------------------------|---|
| Microsoft Windows 10 Pro | Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г |
| Math Cad версия 15 | Сублицензионное соглашение на использование продуктов "РТС" с ООО"Софт Лоджистик" договор №20716/SPB9 2010 г. Лицензия бессрочная |
| Scad Office версия 21 | SCAD Office договор №113 от 13.03.2015 с ООО "Автоматизация Проектных работ". Лицензия бессрочная |
| Agisoft Metashape | Договор № 2018.52901 от 08.05.2018 г. Лицензия бессрочная |

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

| Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы | Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения |
|---|---|
| | |

| | |
|---|---|
| <p>59. Межкафедральная лаборатория: Секция А 2-я Красноармейская ул. д.4 Ауд. № 40, № 15, № 226</p> | <p>Гидравлическая машина 30тс; Испытательная машина 140тс; Пресс гидравлический 50тс; Машина испытательная 50тс; Пресс гидравлический 500тс; Универсальная напольная испытательная электромеханическая машина до 100 кН; Универсальная настольная испытательная электромеханическая машина до 10 кН; Универсальная настольная испытательная электромеханическая машина до 50кН; Универсальная электромеханическая испытательная машина 600кН; Серво-гидравлическая испытательная система UTM на 100кН; Сервогидравлическая высокочастотная испытательная система MaKron на 25кН; Сервогидравлическая испытательная система - Magnum - 2000кН; A1220 MONOLITH ультразвуковой дефектоскоп для контроля бетона; Детектор стержней арматуры и определение толщины защитного слоя; Молоток для испытаний бетона SilverSchmidt PC; Прибор для определения прочности материалов методом отрыва ПОС 50МГ4.У; Твердомер Equotip 3; Ультразвуковой прибор Pundit Lab; TDS-150 - Комплекс измерительный 40-канальный; TDS-530-30 - Комплекс измерительный 30-канальный; Ноутбук ASUS X450LB-WX0; Портативный многоосновной оптико-эмиссионный анализатор химического состава металлов и сплавов PMI-MASTER UVR Pro; Портативный рентгено-флуоресцентный спектрометр для анализа металлов с возможностью определения "легких элементов" X-MET 8000 Expert</p> |
| <p>59. Межкафедральная лаборатория: Секция В 2-я Красноармейская ул. д. 4 Ауд. № 15</p> | <p>Установка для испытаний на ударную вязкость TIME XJ-50Z; Копер маятниковый TIME JB-W300; Малый маятник к копру 150Дж; Прибор для измерения твердости по методу микро-виккерса; Прибор для измерения твердости по методам Роквелла, Бринелля и Виккерса; Учебный стенд «Устойчивость продольно сжатого стержня»; Учебный стенд «Косой изгиб балки»; Учебный стенд «Кручение балки»; Учебный стенд «Определение перемещений в плоских рамах»; Учебный стенд «Определение перемещений в прямой балке»; Учебный стенд «Напряжения в плоских фермах»</p> |
| <p>59. Помещения для самостоятельной работы</p> | <p>Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2016</p> |

| | |
|---|---|
| <p>59. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p> | <p>Учебная аудитория для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.</p> |
| <p>59. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий</p> | <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.</p> |

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.