

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программы бакалавриата
по направлению подготовки
26.03.03 Водные пути, порты и гидротехнические
сооружения,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Динамика и устойчивость гидротехнических сооружений

Направление подготовки: 26.03.03 Водные пути, порты и
гидротехнические сооружения

Направленность (профиль): Проектирование портов и терминалов

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 1054812
Подписал: И.о. заведующего кафедрой Сахненко Маргарита
Александровна
Дата: 27.08.2024

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины является изучение студентами принципов и методов расчета деформируемых систем, состоящих из стержней, а также из пластин и оболочек; основных понятий динамики сооружений, методов динамических расчетов конструкций, а также расчетов строительных систем на устойчивость; формирование компетенций в области проектирования, строительства, эксплуатации, ремонта и реконструкции объектов инфраструктуры водного транспорта.

Задачи дисциплины – разработка методов для определения прочности, жесткости, устойчивости конструкций инженерных сооружений на водном транспорте и получение данных для их надежного и экономичного проектирования.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ОПК-2 - Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук;

ОПК-5 - Способен участвовать в проектировании объектов инфраструктуры водного транспорта, в подготовке расчетного, технико-экономического обоснования и проектной документации;

ПК-12 - Способен к анализу и разработке проектной и эксплуатационной нормативно-технической документации гидротехнических сооружений и водных путей.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- принципы и методы расчета сооружений на прочность, жесткость и устойчивость при статических и динамических воздействиях;

- математические методы и приемы расчета конструкций на устойчивость и динамические нагрузки;

- принципы проектирования объектов инфраструктуры водного транспорта, подготовки расчетного, технико-экономического обоснования;

- принципы разработки проектной и эксплуатационной нормативно-технической документации гидротехнических сооружений и водных путей.

Уметь:

- проводить расчеты методами строительной механики, определять внутренние усилия в отдельных элементах конструкций, а также перемещений различных точек системы от действующих на сооружение нагрузок;

- проводить расчеты на устойчивость сооружения и отдельных его частей;

- составлять расчетную схему для инженерных конструкций и их элементов при выполнении динамических расчетов и расчетов на устойчивость;

- использовать нормативно-техническую документацию гидротехнических сооружений и водных путей.

Владеть:

- навыками расчета конструкций на прочность;

- математическими методами расчета конструкций на устойчивость и динамические нагрузки;

- навыками проектирования объектов инфраструктуры водного транспорта, подготовки расчетного, технико-экономического обоснования;

- навыками разработки проектной и эксплуатационной нормативно-технической документации гидротехнических сооружений и водных путей.

3. Объем дисциплины (модуля).**3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 11 з.е. (396 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов			
	Всего	Семестр		
		№3	№4	№5
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	240	64	128	48
В том числе:				
Занятия лекционного типа	96	32	32	32
Занятия семинарского типа	144	32	96	16

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы

обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 156 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Основные сведения. Расчет статически определимых систем. Рассматриваемые вопросы: Опорные устройства. Виды нагрузок ВТС. Классификация сооружений и расчетных схем ВТС. Механические свойства материалов конструкций и основные разрешающие уравнения строительной механики применительно к ВТС. Статически определимые системы. Методы расчета многопролетных балок, арочных систем, плоских ферм, плит.
2	Исследований напряжений и деформаций плит. Рассматриваемые вопросы: Исследований напряжений и деформаций плит. Теория упругости. Дифференциальные уравнения плиты. Прямоугольные плиты. метод Б.Г. Галеркина. Круглые плиты. загрузка частично по площади круга, загрузка по всей площади. Загрузка по всей площади или частично круга в заделке.
3	Устойчивость сооружений. Критерии определения устойчивости упругих систем. Рассматриваемые вопросы: Устойчивость сооружений. Критерии определения устойчивости упругих систем. Задача Эйлера. выражения изгибающих моментов и поперечных сил в концевых сечениях стержней. Метод перемещений. Расчет устойчивости балок и стоек.
4	Фермы. Рассматриваемые вопросы: Условия неизменяемости. Определение усилий в фермах при действии постоянной и подвижной нагрузки (графический способ, аналитический способ, построение линий влияния в балочных фермах, трехшарнирных арочных фермах.
5	Рамы. Рассматриваемые вопросы: Определение перемещений. Формула Максвелла-Мора, теорема Верещагина. Метод сил. основные предпосылки. Канонические уравнения. основная система расчета. Преобразование внешнего воздействия. Метод перемещений. Реакция рамы. Статически неопределимые системы. канонические уравнения метода перемещений. Комбинированный метод сил и перемещений. Решения некоторых тамных систем.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
6	<p>Основные понятия и определения динамики сооружений.</p> <p>Рассматриваемые вопросы: Введение в динамику сооружений, уравнения движения. Понятия массы и момента инерции. Динамические расчетные схемы. Классификация сил, действующих на систему при колебаниях. Классификация возмущений. Динамические параметры системы: частота круговая и техническая, период, амплитуда.</p>
7	<p>Методы динамического расчета конструкций зданий и сооружений.</p> <p>Рассматриваемые вопросы: Свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы при силовых и кинематических воздействиях. Логарифми-ческий декремент, коэффициент затухания. Влияние сил трения на амплитуду и частоту колебаний. Резонанс. Вынужденные колебания балки под действием произвольного возмущения. Интеграл Дюамеля. Свободные и вынужденные колебания систем конечным числом степеней свободы при силовых и кинематических воздействиях. Способы определения частот и форм собственных колебаний. Спектр. Условия ортогональности собственных форм. Свободные и вынужденные колебания простой шарнирно опертой балки как системы с бесконечным числом степеней свободы. Расчет частот и собственных форм. Динамический расчет на произвольное силовое и кинематическое возмущение с использованием разложения по собственным формам и интеграла Дюамеля. Удар груза по сооружению. Расчет системы с двумя массами. Уравнение перемещения.</p>
8	<p>Расчет стержневых систем на устойчивость.</p> <p>Рассматриваемые вопросы: Понятие о потере устойчивости I и II рода. Допущения при составлении разрешающих уравнений. Использование метода перемещений при составлении уравнений устойчивости.</p>
9	<p>Методы исследования устойчивости упругих систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы: Виды равновесия. Потеря устойчивости системы «в малом» и «в большом». Понятие критической нагрузки. Основные критерии и методы исследования устойчивости упругих систем: динамический, статический и энергетический. Устойчивость систем с одной и несколькими степенями свободы.</p>
10	<p>Устойчивость прямых сжатых стержней.</p> <p>Рассматриваемые вопросы: Устойчивость сжатого стержня постоянного сечения. Дифференциальные уравнения второго порядка и их интегрирование при различных граничных условиях.</p>
11	<p>Исследований напряжений и деформаций плит.</p> <p>Рассматриваемые вопросы: Теория упругости. Дифференциальные уравнения плиты Прямоугольные плиты. метод Б.Г. Галеркина. Круглые плиты. загрузка частично по площади круга, загрузка по всей площади. Загрузка по всей площади или частично круга в заделке.</p>
12	<p>Прочие виды плит.</p> <p>Рассматриваемые вопросы: Решение прямоугольных и треугольных плит под треугольной нагрузкой. Полностью заделанная плита. Частично заделанная плита.</p>
13	<p>Балки, плиты и рамы на упругом основании.</p> <p>Рассматриваемые вопросы: Балки на упругом основании. Расчет балок на упругом основании методом теории упругости. Определение расчетной категории балок. Расчет абсолютно жестких балок. Расчет бесконечно длинных балок. Расчет балок конечной жесткости на упругой плоуплоскости методом Б.Н. Жемочкина. Методы расчета балок на упругом основании по гипотезе коэффициента постели. Плиты на упругом основании. Расчет плит методом Жемочкина. Расчет абсолютно жестких плит. Рама на упругом основании. Расчет методом теории упругости.</p>
14	<p>Расчеты методом конечных элементов.</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Рассматриваемые вопросы: Описание методов конечных элементов. Матрица жесткости метода конечных элементов. Грузовые усилия. Порядок проведения расчета с применением программ ЛИРА-САПР, NANOCAD, SCAD office
15	Расчет рамных конструкций, плит, балок методом конечных элементов с применением программных комплексов. Рассматриваемые вопросы: Расчет рамных конструкций, плит, балок методом конечных элементов с применением программных комплексов, построение матрицы жесткости. Определение векторов нагрузок и усилий в местной системе координат. Подготовка алгоритма расчета.
16	Расчет конструкций на надежность. Рассматриваемые вопросы: Расчет конструкций на надежность. Основы теории надежности.
17	Основные сведения о землетрясениях. Рассматриваемые вопросы: Основные сведения о землетрясениях. Некоторые современные сведения о строении Земли. Причины возникновения землетрясений. Основные понятия сейсмологии. Сейсмические волны. Распространение и отражение.
18	Основы теории сейсмостойкости. Рассматриваемые вопросы: Основы теории сейсмостойкости. Краткий очерк развития теории сейсмостойкости. Расчетные схемы зданий и сооружений. Дифференциальные уравнения движения линейного осциллятора. Определение сейсмических сил при различных законах движения основания. Нормативный метод расчета линейного осциллятора на сейсмическое воздействие. Определение сейсмических нагрузок для систем со многими степенями свободы. Определение внутренних усилий. Расчет на воздействие акселерограмм.
19	Расчет сооружений на расчетное и проектное землетрясение. Рассматриваемые вопросы: Общие положения; определение нормативной, исходной и расчетной сейсмичности. Расчет ГТС сооружений на максимальное расчетное землетрясение МРЗ и проектное землетрясение ПЗ
20	Учет сейсмических воздействий и определение их характеристик. Рассматриваемые вопросы: Учет сейсмических воздействий и определение их характеристик. Значение периода повторяемости проектного землетрясения. Величины максимальных пиковых ускорений основания.
21	Расчет зданий и сооружений на сейсмические воздействия. Рассматриваемые вопросы: Расчет зданий и сооружений на сейсмические воздействия. Нормативный расчет. Определение собственных частот и собственных форм колебаний. Определение сейсмических нагрузок и внутренних усилий. Определение расчетных значений внутренних усилий.
22	Методы расчета сейсмичности в ГТС. Рассматриваемые вопросы: Общие положения метода. Метод динамической теории. Метод линейно-спектральной теории. Расчетные акселерограммы. Сейсмическое ускорение основания.
23	Расчет ГТС на сейсмичность. Рассматриваемые вопросы: Расчет ГТС. Расчетные значения возникающих в сооружении смещений (деформаций, напряжений и усилий) с учетом всех учитываемых в расчете форм собственных колебаний сооружений. Динамические деформационные и прочностные характеристики материалов сооружений и грунтов оснований. Оценка прочности и устойчивости. Напряженно-деформированное состояние гидротехнического сооружения при сейсмических воздействиях. Двумерные расчетные схемы.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
24	<p>Взаимодействие сооружения с грунтом в сейсмических условиях.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Взаимодействие сооружения с грунтом в сейсмических условиях. Влияние сейсмических воздействий на величину бокового давления грунта. Сейсмическое давление грунта, вызванное прохождением в грунтовой среде сейсмических волн сжатия-растяжения и сдвига. Инерционные сейсмические нагрузки от массы конструкции подземного сооружения и массы породного свода.</p>
25	<p>Применение метода конечных элементов для расчета сооружений на сейсмичность.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Применение метода конечных элементов для расчета сооружений на сейсмичность. Основы метода конечных элементов. Свободные колебания. Расчет сооружений на сейсмические воздействия с помощью программного комплекса.</p>

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<p>Измерение НДС рамной конструкции ГТС и сравнение с аналитическими данными.</p> <p>Производится измерения НДС лабораторным методом ультразвуковым прибором. Измерения производятся несколько раз. Далее производится расчет методами строительной механики.</p> <p>Производится построение графика измерений лабораторных и определяется среднее значение которое сравнивается с данными аналитического расчета.</p>
2	<p>Измерение НДС балки перекрытия (ростверк) и сравнение с аналитическими данными.</p> <p>На лабораторном оборудовании производится измерение с помощью метрических датчиков НДС балки при нагружении постепенном. Производится снятие показателей с датчиков. Производится аналитический расчет НДС при тех же нагружениях. Строится графическая зависимость физического и аналитического расчета и производится сравнение данных. Делаются выводы.</p>
3	<p>Измерение НДС плиты перекрытия и сравнение с аналитическими данными.</p> <p>Производится физическое измерение НДС плиты перекрытия из железобетона. Измерения производятся несколько раз приборами лаборатории. Далее производится аналитический расчет. производятся замеры образовавшихся трещин с применением маркеров. Производится сравнение данных полученных аналитическим и практическим путем. выводы.</p>
4	<p>Создание модели конструкции причального сооружения в различных условиях нагружения и определение параметров НДС на ПК методом МКЭ.</p> <p>Создание модели конструкции причального сооружения в различных условиях нагружения и определение параметров НДС на ПК методом МКЭ. Производится построение (конструирование) на ПК с применением программного комплекса ЛИРА-САПР модели причального сооружения по заданным параметрам. Производится нагружение конструкции (модели) и расчет НДС конструкции. Строятся эпюры. Производится анализ состояния конструкции при различных условиях нагружения.</p>
5	<p>Исследование НДС на различных материалах конструкции типа больверк с применением ПК и метода МКЭ.</p> <p>Исследование НДС на различных материалах конструкции типа больверк с применением ПК и метода МКЭ. Производится построение конструкции типа больверк по заданным исходным размерам. задаются 3 типа строительных материалов применимых к данной конструкции: 1. Сталь 3сп; 2. ПВХ; 3. Железобетон. Производится нагружение конструкции при тех различных типах материалов.</p> <p>Производится расчет НДС. Анализируются данные полученные расчетом. Делаются выводы о применимости данных типов материалов в различных конструкциях ГТС.</p>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
6	<p>Определение изменения характеристик грунтов при вибрационном воздействии.</p> <p>Определение изменения характеристик грунтов при вибрационном воздействии . В лабораторных условиях отбираются образцы грунтов песчаных, глинистых, крупнообломочных. Собирается модель сооружения подпорной стенки и производится вибрирование с помощью вибратора в точечном воздействии. Производится замер характеристик грунта до начала испытания и после. далее производится анализ полученных данных. Делаются выводы</p>
7	<p>Сейсмологический анализ площадки строительства.</p> <p>Сейсмологический анализ площадки строительства производится в соответствии с нормами проектирования и данными сейсического районирования выбранного района. Работа представляет аналитический анализ выбранного местоположения площадки строительства.</p>
8	<p>Составление сценариев воздействия динамических сил на сооружение плотины из грунта, причальной стенки в виде свайной эстакады. оградительного сооружения гравитационного типа.</p> <p>Выдаются исходные данные по инженерным изысканиям, параметры конструктора. Производится построение модели конструкции в геологических условиях заданных исходных данных в программном комплексе САПР. далее разрабатываются сценарии воздействия землетрясения на конструкцию при бальности 7,8,9 баллов по шкале МСК-64. После чего определяются воздействия динамической волны, волны цунами при 9 балльном землетрясении. Результаты полученных расчетов по параметрам изменения формы конструкции и деформациям при динамических нагрузках анализируются, делается вывод.</p>

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Расчет статически определимой многопролетной балки.</p> <p>Для многопролетной статически определимой балки требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. проверить геометрическую неизменяемость системы 2. построить эпюры изгибающих моментов и поперечных сил от заданной нагрузки по заданию выдаваемому индивидуально 3. построить линии влияния изгибающего момента и поперечной силы для заданного сечени статическим способом <p>загрузить эти линии влияния заданной внешней нагрузкой и определить полученные результаты со значениями ординат эпбр изгибающего момента и поперечной силы в заданном сечении</p>
2	<p>Расчет многопролетной статически определимой балки матричным методом.</p> <p>Для многопролетной шарнирной балки требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. проверить геометрическую неизменяемость системы 2. заменить распределенную нагрузку сосредоточенными силами в узлах деления балки на панели и составить вектор нагрузки 3. составить матрицу влияния поперечных сил для всех участков балки 4. составить матрицу влияния моментов для всех заданных сечений <p>получить с помощью матриц влияния векторы изгибающих моментов и поперечных сил от нагрузки</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. построить эпюры изгибающих моментов и поперечных сил от заданной нагрузки 7. с помощью матриц влияния построить линию влияния изгибающего момента в сечении 8. загрузить эту линию влияния заданной нагрузкой и сравнить значение изгибающего момета с результатом.
3	<p>Расчет трехшарнирной арки.</p> <p>Для трехшарнирной арки с очертанием оси по квадратной параболе необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. определить вертикальные опорные реакции и распор 2. определить внутренние усилия в определенном сечении от нагрузок сосредоточенной и распределенной аналитически

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<p>3. построить линии влияния изгибающего момента. поперечной силы и продольной силы для определенного сечения</p> <p>4. Вычислить величины изгибающих моментов, поперечной и продольной сил по линиям влияния от заданной нагрузки и сравнить со значением определенным аналитически</p>
4	<p>Расчет трехшарнирной рамы.</p> <p>Для трехшарнирной рамы заданных параметров требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. определить вертикальные опорные реакции и распор 2. определить внутренние усилия в сечении заданном 3. построить линии влияния изгибающего момента. поперечной силы и продольной силы для заданного сечения 4. Вычислить величины моментов. продольной и поперечной сил по линии влияния от заданной нагрузки и сравнит их со значениями полученными аналитически п. 2
5	<p>Расчет плоской фермы.</p> <p>Для металлической фермы с заданными размерами и узловыми нагрузками. полученными путем замены собственного веса. равномерно распределенного по всей ее длине и нагрузки которая расположена на нижнем поясе фермы требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. определить аналитически усилия в элементах фермы 2. построить линии влияния усилий в тех же элементах, определив числовые значения их ординат 3. вычислить суммарные усилия в элементах фермы от постоянной нагрузки и временной нагрузки 4. загрузить одну линию влияния постоянной нагрузкой. определить усилие и сравнить его с полученными в аналитическом расчете
6	<p>Расчет плоской рамы методом сил.</p> <p>Требуется произвести расчет плоской рамы методом сил в следующей последовательности по индивидуальному заданию и схеме.:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить степени статической неопределимости 2. выбрать основную систему 3. составить системы канонических уравнений 4. вычислить коэффициенты канонических уравнений 5. проверить правильность подсчета коэффициентов канонических уравнений 6. решить систему канонических уравнений и проверить ее правильность 7. построить окончательную эпюру изгибающих моментов и поперечных сил 8. проверить правильность построения эпюр 9. построить эпюру продольных сил 10. провести статическую и деформационную проверку рамы в целом.
7	<p>Расчет плоской рамы методом перемещений.</p> <p>Выполнить расчет плоской рамы методом перемещений Последовательность действий:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить число неизвестных перемещений по заданной схеме рамы с заданными нагрузками. 2. получить основную и эквивалентную систему метода перемещений 3. составить канонические уравнения метода перемещений 4. Вычислить коэффициенты канонических уравнений и сделать проверку правильности вычислений 5. определить коэффициенты канонических уравнений 6. проверит правильность вычислений коэффициентов 7. проверить правильность вычислений грузовых коэффициентов 8. решить систему канонических уравнений и проверить правильность вычислений неизвестных 9. построить окончательные эпюры изгибающего момента для заданной системы 10. проверить правильность построения окончательной эпюры изгибающих моментов 11. построение эпюры поперечных сил по эпюре изгибающих моментов 12. построить эпюру продольных сил
8	<p>Расчет неразрезной балки на действие постоянных и временных нагрузок.</p> <p>Для неразрезной балки постоянного сечения требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. построить эпюру изгибающих моментов от заданной постоянной нагрузки с помощью уравнений

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<p>трех моментов</p> <p>2. построить линии влияния опорных изгибающих моментов и изгибающих моментов в сечении, расположенном посередине пролета</p> <p>3. по линиям влияния проверить ординаты эпюры изгибающего момента полученные в п. 1</p> <p>4. от временной равномерно распределенной нагрузки и заданной постоянной нагрузки построить объемлющую эпюру изгибающих моментов для пролета</p>
9	<p>Расчет рамы на устойчивость.</p> <p>Для заданных параметров рамы требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. показать возможные формы потери устойчивости 2. определить критические значения сил при различных условиях загрузки
10	<p>Расчет балки в виде системы с одной степенью свободы.</p> <p>Проверить прочность балки в рабочем режиме вибратора, расположенного по середине пролета балки, учитывая только вертикальные силы по заданным параметрам работы вибратора и характеристикам конструкции.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. определить величину коэффициента динамичности 2. последовательно определить максимальные значения момента в опасном сечении от статических и динамических сил 3. определить максимальные напряжения в опасном сечении
11	<p>Расчет динамической рамы.</p> <p>Рассматривается установившееся вынужденное колебание системы без учета внешнего и внутреннего сопротивления.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. составить канонические уравнения по методу сил, определить собственные колебания рамы, и получить значения частоты и периода собственных колебаний рамы 2. вычислить отношения амплитуд и графически изобразить возможные формы собственных колебаний 3. проверить ортогональность собственных форм колебаний системы 4. определить круговую частоту вынужденных колебаний и изобразить примерный вид графика коэффициента динамичности 5. составить канонические уравнения по методу сил, определяющие вынужденные колебания системы, определить амплитудные значения инерционных сил 6. построить статическую эпюру изгибающих моментов от всех вибраторов и эпюру амплитудных значений изгибающих моментов при вынужденном режиме колебания рамы 7. построить эпюру моментов при одновременном действии статических и динамических сил и определить положение опасного сечения конструкции 8. вычислить максимальные значения напряжения в опасном сечении
12	<p>Определение величины динамических усилий при расчете сооружения на сейсмичность.</p> <p>По спектральному методу требуется определить величину сейсмических усилий и построить эпюры изгибающего момента и поперечных сил по высоте сооружения средненапорной плотины.</p> <p>Предполагаем что интенсивность сейсмического воздействия 9 баллов по шкале МСК-64</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. определяется частота собственных колебаний при горизонтально-вращательном движении здания 2. определяются собственные частоты колебаний сооружения при одновременном учете изгибных и сдвиговых деформаций конструкций без учета податливости основания 3. определить собственные значения, проверить ортогональность между различными формами колебания и построить формы колебания 4. определить коэффициент разложения и коэффициент формы колебаний 5. определить значения коэффициента динамичности для каждой формы колебаний 6. определить спектральное значение сейсмических сил с учетом всех форм колебаний, построить эпюры моментов и поперечных сил
13	<p>Построение линий влияния в балочных фермах и трехшарнирных арочных фермах.</p> <p>Построение линий влияния в балочных фермах и трехшарнирных арочных фермах. Определение</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<p>усилий в ермах при действии подвижной нагрузки производится путем построения линий влияния. Для построения линии влияния требуется: 1. определяется внешние и внутренние усилия</p> <p>2. Определяется сечение для расчета. Определяется равновесие системы</p> <p>Далее построение производится по геометрическим законам. Применяются правила построения линий влияния.</p>
14	<p>Расчет рамочных систем.</p> <p>Однопролетные рамы. Замкнутые однопролетные рамы. Замкнутые двухпролетные рамы. Замкнутые трехпролетные рамы. Требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. определить внешние и внутренние усилия в конструкции 2. определить изгибающие моменты в сечении ригеля 3. определить опасное сечение. определить для него максимальный изгибающий момент. 4. построить эпюру изгибающего момента и поперечной силы
15	<p>Расчет прямоугольной плиты.</p> <p>Расчет прямоугольной плиты. Плита свободно опирается всеми краями под равномерно распределенной нагрузкой. Плита двумя краями заделана двумя свободно опирается под действием равномерно распределенной нагрузкой. Плита заделанная всеми краями под равномерно распределенной нагрузкой.</p> <p>Определить прогибы в точке с определенными координатами. Определить изгибающий момент по осям координат. Определить поперечные силы по осям координат. Определить опорные реакции по осям координат. Предварительно определить соотношение сторон плиты. Построить эпюры изгибающих моментов и поперечных сил</p>
16	<p>Расчет прямоугольных и треугольных плит под треугольной нагрузкой.</p> <p>Расчет прямоугольных и треугольных плит под треугольной нагрузкой. Плита прямоугольная заделанная по всему контуру. Равносторонняя треугольная плита свободно опертая по всему контуру. Равносторонняя треугольная плита заделанная по всему контуру.</p> <p>Рассматриваются случаи свободного опирания, с заделкой плиты при действии распределенной нагрузки по закону треугольника. Определяется прогиб в заданных точках плиты. Определяется изгибающий момент и поперечная сила в заданных точках. Определяются опорные реакции в заданных точках. производится построение по данным аналитического расчета эпюр изгибающего момента и поперечной силы в заданных точках с координатами.</p>
17	<p>Определение динамических характеристик грунтов и строительных материалов.</p> <p>По нормативным данным определяются физико-механические нормативные характеристики грунтов. Методами расчета на сейсмические воздействия определяются изменения физико-механических характеристик грунтов. Производится анализ и делаются выводы.</p>
18	<p>Решение задач о свободных колебаниях системы с одной и несколькими степенями свободы.</p> <p>Для расчета принимается упругая невесомая балка и некоторое количество (по индивидуальному заданию) сосредоточенных масс. Пренебрегая продольными деформациями оси балки в процессе колебаний определяем положение системы при перемещении сосредоточенных масс в произвольные моменты времени, вызванными упругими деформациями балки в поперечном направлении. используем уравнения и метод сил. определяем перемещение произвольной массы. определяем инерционную силу. составляем систему дифференциальных уравнений движения которые описывают колебания заданной балки Решается система уравнений с несколькими решениями.</p>
19	<p>Решение задач о вынужденных колебаниях систем с одной или несколькими степенями свободы.</p> <p>Рассматривается установившееся вынужденное колебание системы без учета внешнего или внутреннего сопротивления. Требуется определить:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Частоты и период собственных колебаний рассматриваемой системы 2. определяется амплитуда собственных колебаний и графическое изображение собственных форм 3. проверяется ортогональность собственных форм колебаний

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<p>4. определяется круговая частота вынужденных колебаний и изображение примерного вида графика коэффициента динамичности в зависимости от отношения частот вынужденных колебаний и собственных колебаний</p> <p>5. определяется амплитуда значений инерционных сил. определяется эпюры изгибающих моментов и амплитуда изгибающих моментов при вынужденных колебаниях стационарного режима колебаний рамы.</p> <p>7. построение эпюры моментов при одновременном действии статических и динамических сил. определяется положение опасного сечения конструкции</p>
20	<p>Определение сейсмических сил на основе линейно-спектральной методики.</p> <p>Для расчета заданной конструкции причального сооружения производится расчет методом линейно-спектрального анализа с применением нормативных требований проектирования в сейсмических районах гидротехнических сооружений. Исходные данные выдаются в соответствии с сейсмическим районированием объектов строительства</p>
21	<p>Расчёт форм собственных колебаний сооружений с использованием программных средств.</p> <p>Расчёт форм собственных колебаний сооружений с использованием программных средств.</p> <p>Производится в программном комплексе САПР построение модели гравитационного сооружения. далее вводятся все внешние нагрузки и производится расчет по деформациям и изменения форм конструкции при сейсмическом воздействии. Определяются смещения и сдиги сооружения. Определяется его устойчивость.</p>
22	<p>Расчёт сооружений на сейсмическое воздействие с использованием программных средств.</p> <p>Создается модель гидротехнического сооружения в виде бетонной плотины средненапорного гидроузла. определяются исходные данные для ввода в программный комплекс САПР. Определяются частоты собственных колебаний при горизонтально-вращательном движении сооружения, предполагая его жесткость. Определяются собственные частоты колебаний сооружения при одновременном учете изгибающих и сдвиговых деформаций сооружения без учета податливости основания. Производится построение формы колебаний. определяются коэффициенты формы колебаний. Определяются коэффициенты динамичности для каждой формы колебаний. Определяются спектральные значения сейсмических сил с учетом всех форм колебаний и строится эпюра изгибающих моментов и поперечных сил в программе. далее производится оформление результатов и их анализ.</p>
23	<p>Оценка влияния особенностей конструкции сооружения на его сейсмостойкость.</p> <p>Рассматриваются три основных конструкции гидротехнических сооружений с определенными граничными условиями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. причальные сооружения 2. плотины подпорные 3. оградительные сооружения <p>Производится конструирование этих сооружений по трем вариантам конструктивных схем. Далее производится расчет в программном комплексе этих вариантов конструкции. Определяются все параметры изгибающих моментов, поперечных сил, деформаций и изменения формы конструкции. Производится анализ сейсмостойкости каждой конструкции.</p>
24	<p>Взаимодействие сооружений с основанием при сейсмическом воздействии.</p> <p>По заданию выдается конструкция гидротехнического сооружения индивидуально. Определяются характеристики грунтов физико-механические. Производится анализ взаимодействия грунтов и сооружения при сейсмическом воздействии на сооружение. Изменение геометрии конструкции и физико-механических характеристик грунтов. Мероприятия способствующие улучшению сейсмостойкости объекта исследования.</p>
25	<p>Взаимодействие сооружений с водной средой при сейсмическом воздействии.</p> <p>По заданию определяются конструктивные характеристики и строительные материалы сооружения.</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	Определяется гидрологический режим в момент обрушения волны цунами на сооружение. Производится расчет устойчивости и прочности конструкции комбинированным методом расчета теории упругости
26	Расчет причальной конструкции типа больверк на сейсмические нагрузки. Производится расчет по исходным данным сооружения причальной стенки типа больверк в соответствии с нормативным документом по расчету причального сооружения типа больверк на сейсмические воздействия. Работа предназначена для закрепления компетенций связанных со способностью обучающихся использовать нормативные документы в проектировании сооружений водного транспорта
27	Нормативный расчет бетонной плотины на сейсмостойкость. Выдается индивидуальное задание для расчета на сейсмические нагрузки бетонной водосливной или глухой плотины. В соответствии с нормативными документами гидротехнических сооружений проектируемые в сейсмических районах производится расчет на сейсмоустойчивость заданных параметров плотины. Разрабатываются рекомендации по улучшению сейсмостойкости конструкций сооружения.
28	Сейсмический анализ гидротехнического сооружения на сейсмостойкость. Работа представляет собой аналитический обзор сейсмостойкости сооружений гидротехнических и выявления недостатков и проблем работы сооружения в сейсмических условиях. Разработка мероприятий или инновационных предложений по усилению сооружений и улучшению сейсмостойкости.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Работа с конспектом лекций, изучение литературы.
2	Подготовка к практическим занятиям.
3	Подготовка к лабораторным работам.
4	Выполнение курсовой работы.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Определение прочности, жесткости, устойчивости конструкции камеры судоходного шлюза с использованием современных строительных материалов
2. Определение прочности, жесткости, устойчивости конструкции водопроводных галерей в условиях круглогодичного судоходства
3. Определение прочности, жесткости, устойчивости конструкции арочно-гравитационной плотины (Саяно-Шушенская)
4. Определение прочности, жесткости, устойчивости конструкции причального сооружения типа больверк в условиях Арктики
5. Определение прочности, жесткости, устойчивости конструкции гравитационной причальной стенки при изменении глубины и параметров

судна

6. Определние прочности, жесткости, устойчивости конструкции различных типов укрепления береговой линии или оградительного сооружения при воздействии ветровой и судовой волны

7. Исследование НДС при изменениях нагрузок на причальное сооружение методами МКЭ при перевооружении причального фронта

8. Исследование воздействия землетрясения на комплексные гидроузлы

9. Анализ землетрясений происходящих в море и их полседствия. Изучение Цунами.

10. Анализ конструкции причального сооружения подвергшегося воздействию цунами.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Ступишин, Л. Ю. Строительная механика плоских стержневых систем : учебное пособие / Л. Ю. Ступишин, С. И. Трушин ; под ред. С. И. Трушина. — 2-е изд. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 278 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009451-9. - Текст : электронный.	https://znanium.com/catalog/product/1013446 (дата обращения: 29.02.2024).
2	Варданян, Г. С. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности : учебник / Г.С. Варданян, В.И. Андреев, Н.М. Атаров, А.А. Горшков ; под ред. Г.С. Варданяна, Н.М. Атарова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 512 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/3068. - ISBN 978-5-16-009587-5. - Текст : электронный.	https://znanium.com/catalog/product/1941755 (дата обращения: 29.02.2024).
3	Трушин, С. И. Строительная механика: метод конечных элементов : учебное пособие / С.И. Трушин. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 305 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/17500. - ISBN 978-5-16-	https://znanium.com/catalog/product/2111785 (дата обращения: 29.02.2024).

	011428-б. - Текст : электронный.	
4	Масленников, А. М. Динамика и устойчивость сооружений : учебник и практикум для вузов / А. М. Масленников. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 366 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00220-1. — Текст : электронный	https://urait.ru/bcode/536586 (дата обращения: 29.02.2024).

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>).

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>).

Общие информационные, справочные и поисковые системы «Консультант Плюс», «Гарант».

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>).

Электронно-библиотечная система ibooks.ru (<http://ibooks.ru/>).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

1. Операционная система Microsoft Windows

2. Офисный пакет приложений MS Office (Word, Excel, PowerPoint)

3. Система автоматизированного проектирования Autocad

4. При проведении занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, могут применяться следующие средства коммуникаций: ЭИОС РУТ(МИИТ), Microsoft Teams, электронная почта, скайп, WhatsApp и т.п.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 3 семестре.

Курсовая работа в 4 семестре.

Экзамен в 4, 5 семестрах.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

заведующий кафедрой, доцент, к.н.
кафедры «Водные пути, порты и
портовое оборудование» Академии
водного транспорта

М.А. Сахненко

Согласовано:

и.о. заведующего кафедрой ВППиПО
Председатель учебно-методической
комиссии

М.А. Сахненко

А.А. Гузенко