

**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)**

**Металлические конструкции перегрузочного оборудования портов и терминалов**

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: 999267  
Подписал: заведующий кафедрой Якунчиков Владимир Владимирович  
Дата: 01.06.2022

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоение дисциплины является формирование компетенций в области технических средств перегрузочного оборудования портов и терминалов, металлоконструкций. Задачи: изучать и анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования различного назначения, их агрегатов, систем и элементов, проводить необходимые расчеты, используя современные технические средства способностью определять рациональные формы поддержания и восстановления работоспособности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

**ПК-5** - Способен проводить поиск и анализ инновационных решений в области конструкций и эксплуатации перегрузочного оборудования портов.

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

### **Знать:**

основы расчета металлоконструкций на прочность, жёсткость, устойчивость и колебания по допускаемым напряжениям и предельным состояниям, материалы, применяемые при изготовлении ПТМ основы проектирования и расчёта основных элементов конструкции ПТМ.

### **Уметь:**

выбирать рациональные формы и конструктивные решения узлов металлоконструкций ПТМ, ставить и решать задачи, связанные с проектированием и производством ПТ и СДМ

### **Владеть:**

способностью к самостоятельному изучению новых конструкций и методов их расчетов на прочность, жесткость, колебания и устойчивость, навыками применения ЭВМ и готовых программ для расчетов стержневых систем и листовых металлоконструкций при оценке напряженно-деформированного состояния навыками работы с проектно-конструкторской документацией

### 3. Объем дисциплины (модуля).

#### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 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	Сем. №5
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	66	66
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	34	34

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 78 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	<p><b>Метод сил.</b> Рассматриваемые вопросы: Метод сил. Понятия и свойства статически неопределимых систем. Сущность метода сил. Степень статической неопределимости плоских систем. Основная система метода сил. Канонические уравнения метода сил. Определение коэффициентов при неизвестных и свободных членах уравнения. Общий алгоритм расчета статически неопределимых систем по методу сил (на примере плоских рам). Построение эпюр <math>M</math>, <math>Q</math>, <math>N</math>. Проверка правильности расчета. Использование ЭВМ в расчетах рам по методу сил.</p>
2	<p><b>Введение. Понятие о расчетной схеме сооружения.</b> Рассматриваемые вопросы: Введение. Задачи дисциплины, основные принципы и методы. Понятие о расчетной схеме сооружения. Многообразие расчетных схем, их зависимость от требуемой точности расчета, использование вычислительной техники. Основные элементы сооружений: стержни, пластины, оболочки и массивные тела. Основные способы соединения элементов в единую систему и прикрепления сооружений к основанию. Статический и кинематический анализ различных типов связей и опор. Образование простых и сложных систем. Условия статической определимости и геометрической неизменяемости. Неизменяемые, изменяемые и мгновенно изменяемые системы. Понятие о расчетах по деформированному и недеформированному состоянию сооружения. Принцип независимости действия сил в линейных задачах строительной механики. Два подхода к задачам строительной механики: детерминистический и вероятностный</p>
3	<p><b>Кинематический анализ плоских стержневых систем. Расчёт балочных систем.</b> Рассматриваемые вопросы: Кинематический анализ плоских стержневых систем. Образование простых и сложных систем. Условия статической определимости и геометрической неизменяемости. Геометрически изменяемые и мгновенно изменяемые системы. Расчёт балочных систем на неподвижную нагрузку. Определение опорных реакций и внутренних усилий в шарнирносочлененных балках и балочных системах ломанного очертания. . Расчёт неразрезных балок. Неразрезные балки на жестких опорах. Применение метода сил и метода перемещений при расчете на неподвижную нагрузку. Расчет неразрезных балок на подвижную нагрузку. Построение линий влияния изгибающих моментов поперечных сил и реакций. Определение расчетных усилий по линии влияния.</p>
4	<p><b>Расчёт балки на подвижную нагрузку.</b> Рассматриваемые вопросы: Расчёт балки на подвижную нагрузку. Виды подвижных нагрузок. Понятие об особенностях расчета балок на подвижную нагрузку. Линии влияния. Статический способ построения линий влияния. Линии влияния при узловой передаче нагрузки. Теоремы о свойствах линии влияния. Определение усилий по линиям влияния. Определение расчетного положения подвижных нагрузок. Построение объемлющей эпюры изгибающих моментов для простой балки.</p>
5	<p><b>Расчёт ферм.</b> Рассматриваемые вопросы: Расчёт ферм. Понятие о ферме и особенностях ее работы при узловой нагрузке. Расчетные схемы ферм. Образование ферм. Классификация ферм по очертанию поясов, по схеме решетки и опиранию. Определение усилий в стержнях ферм при неподвижной нагрузке. Образование сложных ферм. Способ замены стержней и его применение для определения геометрической неизменяемости сложных ферм. Пространственные фермы. Виды пространственных ферм. Образование и анализ геометрической неизменяемости пространственных ферм. Способы определения усилий в стержнях статически определимых пространственных ферм. Построение линий влияния усилий в стержнях ферм при подвижной нагрузке. Шпренгельные фермы. Расчёт статически неопределимых ферм. Применение метода сил при расчете статически неопределимых ферм. Основная система метода сил. Определение усилий от не подвижной нагрузки и построение линий влияния при подвижной нагрузке.</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
6	<p><b>Определение перемещений</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:  Определение перемещений. Определение перемещений по формуле Максвелла-Мора. Вычисление интегралов Мора способом Верещагина. Температурные перемещения.  Метод перемещений Сущность метода и основные допущения. Степень кинематической неопределимости системы. Основная система метода перемещений (на примере плоских стержневых систем). Канонические уравнения метода перемещений. Табличные значения реакций отдельного стержня. Общий алгоритм расчета статистически неопределимых систем по методу перемещений (на примере плоских рам). Построение эпюр <math>M</math>, <math>N</math>, <math>Q</math>.</p>
7	<p><b>Метод конечных элементов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:  Метод конечных элементов Идея метода и основные допущения. Идеализация конструкции и составление расчетной схемы. Матрицы податливости, жесткости, преобразование координат. Общая матрица жесткости конструкции, матрица на грузки. Общая схема применения МКЭ к расчету конструкций.</p>
8	<p><b>Основы динамики стержневых систем.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:  Основы динамики стержневых систем. Понятие о степенях свободы. Свободные колебания систем с одной степенью свободы. Вынужденные колебания с одной степенью свободы. Понятие о приведенной массе. Учет сил сопротивления при колебаниях. Определение частот собственных колебаний многомассовых систем. Расчет на прочность при колебаниях многомассовых систем. Расчет конструкций по предельным нагрузкам Понятие о пластическом шарнире. Расчеты по методу предельных напряжений конструкций, работающих на растяжение, на изгиб.</p>
9	<p><b>Принципы расчёта конструкций по методам допускаемых напряжений и предельных состояний.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:  Принципы расчёта конструкций по методам допускаемых напряжений и предельных состояний. Цели, системы и методы инженерных расчётов. Основные требования к методике инженерных расчётов, факторы неопределённости расчёта. Система расчётов по допускаемым напряжениям. Система расчётов по предельным состояниям. Система вероятностных расчётов.  Расчётные нагрузки на металлоконструкции ГПМ и их комбинация при расчёте на прочность. Нормирование режимов работы кранов. Внешние и внутренние факторы, влияющие на состояние МК ГПМ. Виды воздействий на МК ГПМ (механические нагрузки; коррозия, изнашивание, ветер, осадки, солнечная радиация, сейсмические и транспортные нагрузки). Условия эксплуатации, особенности процессов, приводящих к отказам.</p>
10	<p><b>Материалы несущих металлоконструкци</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:  Материалы несущих металлоконструкций, их характеристики, принципы рационального выбора материалов, особенности работы при низких и высоких температурах. Основные механические характеристики сталей, применяемых для ГПМ. Углеродистые конструкционные и низколегированные стали; их основные технико-экономические характеристики; область применения. Вероятностная трактовка механических свойств материалов, понятие нормативного и расчётного сопротивления.  Особенности расчёта при низких и высоких температурах. Принципы рационального выбора материалов</p>
11	<p><b>Расчёт элементов металлоконструкций на сопротивление усталости</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:  Расчёт элементов металлоконструкций на сопротивление усталости Диаграмма усталостного разрушения. Усталость на стадии зарождения трещины Диаграмма предельных напряжений. Случайность процесса нагружения и его схематизация. Факторы, влияющие на сопротивление</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	усталости (учёт асимметрии цикла, концентрации напряжений, масштабного фактора). Вероятностная оценка усталостной долговечности. Расчёт трещиностойкости конструкций. Основные понятия механики разрушения. Понятие коэффициента интенсивности напряжений (КИН) и методы его определения. Трещиностойкость конструкции при однократном нагружении. Критическое значение КИН, факторы, влияющие на его величину. Трещиностойкость при циклическом нагружении. Кинетическая диаграмма усталостного разрушения. Понятия порогового и критического КИН. Уравнение Пэриса. Основные подходы к определению критической длины трещины.
12	<b>Расчёт и проектирование соединений элементов металлоконструкций</b> Рассматриваемые вопросы: Расчёт и проектирование соединений элементов металлоконструкций Заклёпочные соединения. Болтовые соединения. Сварные соединения. Шарнирные соединения
13	<b>Расчёт местной и общей устойчивости балок</b> Рассматриваемые вопросы: Расчёт сплошностенчатых стержней на прочность и устойчивость при их центральном сжатии. Устойчивость составных стержней при их центральном сжатии. Расчёт составных стержней при наличии изгибающего момента. Устойчивость стенок и поясных листов. Выбор рациональных параметров сечений балок, расчёт местной и общей устойчивости составных балок
14	<b>Конструкции и расчет кранов различного типа</b> Рассматриваемые вопросы: Конструкции и расчёт мостов и опор козловых кранов и перегружателей. Конструкции и расчёт мостов и мостовых кранов. Конструкции и расчёт мостов и опор козловых кранов и перегружателей. Проектирование и расчёт порталных и стреловых систем поворотных кранов Особенности расчёта колонн, башен и поворотных платформ. Проектирование и расчёт порталов и стреловых систем поворотных кранов
15	<b>Характерные отказы элементов и узлов металлоконструкций</b> Рассматриваемые вопросы: Характерные отказы элементов и узлов металлоконструкций перегрузочных кранов; методы повышения надёжности Коррозионные повреждения, особенности их развития и методы борьбы на стадии проектирования и эксплуатации грузоподъёмной машины. Деформации элементов конструкции, методы оценки допускаемых значений прогибов. Конструктивные особенности узлов металлоконструкций, приводящие к возникновению трещин

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<b>Расчет балочных систем</b> В результате работы на практическом занятии студент получает навык: Расчёта балочных систем на неподвижную на грузку. Определение внутренних силовых факторов в фермах при действии подвижной нагрузки: определение реакции опор, определение усилий стержней статически определимых конструкций методом вырезания узлов
2	<b>Расчёта балки на подвижную нагрузку.</b> В результате работы на практическом занятии студент получает навык: Расчёта балки на подвижную нагрузку. Построение линий влияния в фермах: определение усилий стержней по линиям влияния Расчёт балки на подвижную нагрузку. Определение усилий в статически определимых фермах: использование графического способа – построение линий влияний.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
3	Расчёт ферм. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: Расчёт ферм. Определение перемещений в узлах фермы: составление канонических уравнений и определение величины перемещений статически определимых ферм.
4	Метод перемещений В результате работы на практическом занятии студент получает навык: Определения перемещений. Определение перемещений в узлах фермы: составление канонических уравнений и определение величины перемещений статически определимых ферм. Расчета рамных систем методом перемещений: методика решения, составление уравнений и их решение.
5	Метод сил. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: Расчета рамных систем методом сил: методика решения, составление уравнений и их решение.
6	Основы динамики стержневых систем. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: Расчёта конструкций при колебаниях: методика решения, составление уравнений и их решение.
7	Расчёт балки по методу предельного равновесия В результате работы на практическом занятии студент получает навык: расчёта конструкций по методам допускаемых напряжений и предельных состояний. Расчёт балки по методу предельного равновесия: методика решения, составление уравнений и их решения.
8	Расчет металлоконструкций на сопротивление усталости В результате работы на практическом занятии студент получает навык: Расчёта элементов металлоконструкций на сопротивление усталости. Расчёт элементов металлоконструкций на сопротивление усталости: методика решения, составление уравнений и их решения.
9	Расчет балки В результате работы на практическом занятии студент получает навык: Расчёта составных балок: методика решения, составление уравнений и их решения. Расчёта местной и общей устойчивости балок: методика решения, составление уравнений и их решения.
10	Расчет различных типов кранового оборудования В результате работы на практическом занятии студент получает навык: Расчёта мостов и опор козловых кранов и перегружателей: методика решения, составление уравнений и их решения. Расчёта порталов и стреловых систем поворотных кранов: методика решения,

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Выполнение курсового проекта
2	Подготовка к промежуточной аттестации
3	Выполнение курсового проекта.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

Расчет, проектирование и конструирование металлоконструкций мостовых, козловых и стреловых кранов. Выполняется на базе выданного задания по курсовому проекту крана,

«Кинематический и силовой расчет статически определимой фермы» (по вариантам)

1. Классификация фермы: выполнить по пяти признакам.
2. Кинематический анализ фермы: определение количества стержней и узлов фермы.
3. Определение усилий стержней фермы: выполнить методом вырезания узлов, провести проверку.
4. Построение линий влияния усилий в стержнях фермы: определение усилий в указанном сечении фермы, построение линий влияния по методике.
5. Определение перемещений в статически определимых фермах: определение продольных усилий от единичного нагружения, от внешнего нагружения, нахождение величины перемещения в указанном узле фермы.

Исходные данные к курсовому проекту принимаются по таблицам, в соответствии с номером учебной группы и номером студента в учебном журнале. Таблицы предоставляются преподавателем индивидуально.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Строительная механика Учебник	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1248049">https://znanium.com/catalog/product/1248049</a>
2	Металлические конструкции подъёмно-транспортных машин Учебное пособие	библиотека РУТ
3	Грузоподъемные машины и оборудование. Проектирование грузоподъемных машин Учебное пособие	библиотека РУТ
4	Строительная механика и металлоконструкции строительных и дорожных машин Учебное пособие	библиотека РУТ
5	ГОСТ 32579.1 Краны грузоподъемные принципы формирования расчетных нагрузок и комбинации нагрузок. Часть 1. Стандарт	библиотека РУТ

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

Сайт крупнейшей системы САПР [www.solidworks.ru](http://www.solidworks.ru)

Научно-технический центр «АПМ» – <https://apm.ru/apm-winmachine>

НПП «Подъемтранссервис» <http://www.npp-pts.ru/products/212/>

Техника для портов и терминалов <https://severmek.ru/product-category/technica-dlya-portov-i-terminalov/>

Производственное объединение «ТЕХНОРОС» <https://tehnoros-sklad.ru/>

Группа компаний Konecranes <https://www.konecranes.com/ru-ru/oborudovanie/portovoe-oborudovanie>

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

Microsoft Windows 7 или выше Операционная система

Microsoft Office (PowerPoint) Программа для создания, редактирования и просмотра презентаций

САПР (Автокад, Inventor) Система автоматизированного проектирования

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 и рабочего оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовой проект в 5 семестре.

Экзамен в 5 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

## Авторы

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

Ганшкевич Алексей  
Юрьевич

## Лист согласования

Заведующий кафедрой ППТМиР  
Председатель учебно-методической  
комиссии

В.В. Якунчиков

А.Б. Володин