

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор АВТ



А.Б. Володин

05 февраля 2020 г.


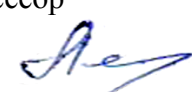
Кафедра «Портовые подъемно-транспортные машины и робототехника»  
Академии водного транспорта

Автор Ганшкевич Алексей Юрьевич, к.т.н., доцент

**АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Строительная механика и металлоконструкции ПТМ»**

Направление подготовки:	23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
Профиль:	Техническая экспертиза, страхование и сертификация погрузо-разгрузочных, транспортных и складских систем
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Год начала подготовки	2018

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии академии Протокол № 2 04 февраля 2020 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">А.Б. Володин</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p style="text-align: center;">Протокол № 1 03 февраля 2020 г. Профессор</p>  <p style="text-align: right;">О.В. Леонова</p>
---	---

## 1. Цели освоения учебной дисциплины

готовностью 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. Место учебной дисциплины в структуре ОП ВО

Учебная дисциплина "Строительная механика и металлоконструкции ПТМ" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-22	готовностью 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
ПК-40	способностью определять рациональные формы поддержания и восстановления работоспособности транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

## 4. Общая трудоемкость дисциплины составляет

6 зачетных единиц (216 ак. ч.).

## 5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины осуществляется в форме лекций и практических занятий. Лекции проводятся в традиционной классно-урочной организационной форме, по типу управления познавательной деятельностью и являются традиционными классическими лекционными (объяснительно-иллюстративные) с использованием интерактивных (диалоговых) технологий. Практические и лабораторные занятия организованы с использованием технологий развивающего обучения. Они выполняются в виде традиционных занятий (объяснительно-иллюстративное решение задач) проводятся с использованием интерактивных (диалоговых) технологий в том числе разбор и анализ конкретных ситуаций, электронный практикум (решение проблемных поставленных задач с помощью современной вычислительной техники. Самостоятельная работа студента организована с использованием традиционных видов работы и интерактивных технологий. К традиционным видам работы относятся отработка лекционного материала и отработка отдельных тем по учебным пособиям. К интерактивным (диалоговым) технологиям относятся отработка отдельных тем по электронным пособиям, подготовка к промежуточным контролям в интерактивном режиме, интерактивные консультации в режиме реального времени по специальным разделам и технологиям, основанным на

коллективных способах самостоятельной работы студентов. Оценка полученных знаний, умений и навыков основана на модульно-рейтинговой технологии. Фонды оценочных средств освоенных компетенций включают как вопросы теоретического характера для оценки знаний, так и задания практического содержания (решение ситуационных задач, анализ конкретных ситуаций, работа с данными) для оценки умений и навыков. Теоретические знания проверяются путём применения таких организационных форм, как индивидуальные и групповые опросы, решение тестов с использованием компьютеров или на бумажных носителях..

## **6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)**

### **РАЗДЕЛ 1**

#### **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

### **РАЗДЕЛ 2**

#### **Кинематический анализ плоских стержневых систем**

Образование простых и сложных систем. Условия статической определимости и геометрической неизменяемости. Геометрически изменяемые и мгновенно изменяемые системы

### **РАЗДЕЛ 3**

#### **Расчёт балочных систем на неподвижную нагрузку**

Определение опорных реакций и внутренних усилий в шарнирно-сочлененных балках и балочных системах ломанного очертания.

### **РАЗДЕЛ 4**

#### **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.

### **РАЗДЕЛ 5**

#### **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 под-

вижной нагрузке. Шпренгельные фермы.

## РАЗДЕЛ 6

Определение перемещений

Определение перемещений по формуле Максвелла-Мора. Вычисление интегралов Мора способом Верещагина. Температурные перемещения.

## РАЗДЕЛ 7

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  $M$ ,  $Q$ ,  $N$ . Проверка правильности расчета. Использование ЭВМ в расчетах рам по методу сил.

## РАЗДЕЛ 8

Расчет статически неопределимых ферм

Применение метода сил при расчете статически неопределимых ферм. Основная система метода сил. Определение усилий от неподвижной нагрузки и построение линий влияния при подвижной нагрузке.

## РАЗДЕЛ 9

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 статически неопределимых систем по методу перемещений (на примере плоских рам). Построение эпюр  $M$ ,  $N$ ,  $Q$ .

## РАЗДЕЛ 10

Расчет 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.

## РАЗДЕЛ 11

Метод конечных элементов

Идея метода и основные допущения. Идеализация конструкции и составление расчетной схемы. Матрицы податливости, жесткости, преобразование координат. Общая матрица жесткости конструкции, матрица нагрузки. Общая схема применения МКЭ к расчету конструкций.

## РАЗДЕЛ 12

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.

## РАЗДЕЛ 13

Расчет конструкций по предельным нагрузкам

Понятие о пластическом шарнире. Расчеты по методу предельных напряжений

конструкций, работающих на растяжение, на изгиб.

#### Экзамен

Перечень вопросов к экзамену: 41. Условия статической определимости и геометрической неизменяемости. 42. Смешанный метод расчета статически неопределенных рам. 43. Геометрически изменяемые и мгновенно изменяемые системы. 44. Определение рационального положения нагрузки. 45. Определение опорных реакций и внутренних усилий в шарнирно-сочлененных балках. 46. Метод Релея. 47. Линия влияния. Статический способ построения линий влияния. 48. Расчет статически неопределимых рам при температурных воздействиях. 49. Линия влияния при угловой передаче нагрузки. 50. Расчет неразрезанных балок, содержащих упругие опоры. 51. Определение усилий по линиям влияния. 52. Расчет статически неопределимых ферм методом сил. 53. Определение рационального положения подвижных нагрузок. 54. Расчет статически неопределимых рам при смещающихся опорах. 55. Построение объемной эпюры изгибающих моментов для простой балки. 56. Сущность метода перемещений. Канонические уравнения метода перемещений. 57. Понятие о ферме и особенностях ее работы при узловых нагрузках. Образование ферм. 58. Применение метода сил при расчете балок. 59. Классификация ферм по очертанию поясов по схеме решетки и опиранию. 60. Смешанный метод расчета рам.

#### РАЗДЕЛ 17

##### Введение

Введение. Основные термины и их определения.

#### РАЗДЕЛ 18

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.

#### РАЗДЕЛ 19

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.

#### РАЗДЕЛ 20

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.

#### РАЗДЕЛ 21

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 усталости (учёт асимметрии цикла,

концентрации напряжений, масштабного фактора). Вероятностная оценка усталостной долго-вечности

## РАЗДЕЛ 22

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 Париса. Основные подходы к определению критической длины трещины.

## РАЗДЕЛ 23

Расчёт и проектирование соединений элементов металлоконструкций

Заклёпочные соединения. Болтовые соединения. Сварные соединения. Шарнирные соединения

## РАЗДЕЛ 24

Выбор рациональных параметров сечений балок

Общий расчёт балочных конструкций на прочность и устойчивость. Свободное кручение тонкостенных балок. Расчёт полки балки на местную нагрузку. Подбор и оптимизация параметров сечения балки.

## РАЗДЕЛ 25

Расчёт местной и общей устойчивости балок

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

## РАЗДЕЛ 26

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.

## РАЗДЕЛ 27

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

## РАЗДЕЛ 28

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.

## Экзамен

Перечень вопросов к экзамену: 41. Условия статической определимости и геометрической неизменяемости. 42. Смешанный метод расчета статически неопределенных рам. 43. Геометрически изменяемые и мгновенно изменяемые системы. 44. Определение рационального положения нагрузки. 45. Определение опорных реакций и внутренних

усилий в шарнирно-сочлененных балках.46.Метод Релея. 47.Линия влияния. Статический способ построения линий влияния.48.Расчет статически неопределимых рам при температурных воздействиях .49.Линия влияния при угловой передаче нагрузки .50.Расчет неразрезанных балок, содержащих упругие опоры.51.Определение усилий по линиям влияния.52.Расчет статически неопределимых ферм методом сил.53.Определение рационального положения подвижных нагрузок.54.Расчет статически неопределимых рам при смещающихся опорах.55.Построение объемной эпюры изгибающих моментов для простой балки.56.Сущность метода перемещений.Канонические уравнения метода перемещений57.Понятие о ферме и особенностях ее работы при узловой нагрузке.Образование ферм58.Применение метода сил при расчете балок .59.Классификация ферм по очертанию поясов по схеме решетки и опиранию.60.Смешанный метод расчета рам.