

**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 специалитета  
по специальности  
23.05.01 Наземные транспортно-технологические  
средства,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Цифровое прототипирование перегрузочного оборудования морских и  
речных портов**

Специальность: 23.05.01 Наземные транспортно-  
технологические средства

Специализация: Подъемно-транспортные машины и  
оборудование морских и речных портов

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: 01.06.2021

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

Цель изучения дисциплины - освоение теоретических знаний и навыков создания цифровых прототипов перегрузочного оборудования морских и речных портов

Задачами освоения учебной дисциплины являются получение специалистами профессиональных знаний в области цифровых технологий, используемых для создания расчетно-конструкторской документации с пакетом графической информации с использованием современных цифровых технологий в рамках выполнения программы цифровой экономики Российской Федерации, в том числе и в области транспорта.

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

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

**ОПК-7** - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

**ПК-4** - Способен к анализу и разработке проектной и эксплуатационной нормативно-технической документации портов;

**ПК-9** - Способен к разработке и внедрению средств, обеспечивающих цифровизацию технологических процессов портов.

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

### **Знать:**

Принципы и методы построения цифровых прототипов ПО

### **Уметь:**

Создавать цифровые прототипы перегрузочного оборудования, его узлов и агрегатов

### **Владеть:**

Программным обеспечением для создания и редактирования цифровых прототипов перегрузочного оборудования, его узлов и агрегатов

## 3. Объем дисциплины (модуля).

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

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 10 з.е. (360

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	
		№9	№10
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	200	112	88
В том числе:			
Занятия лекционного типа	80	48	32
Занятия семинарского типа	120	64	56

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 160 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	Введение Понятие о цифровом прототипировании Цели и задачи создания цифрового прототипа Жизненный цикл изделия в разрезе цифрового прототипа Состав цифрового прототипа перегрузочной машины, её узлов и агрегатов
2	Технология каркасного моделирования Общие принципы создания каркасной модели

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Реализация каркасного моделирования с применением Autodesk Inventor
3	<p>Параметры цифрового прототипа</p> <p>Параметрическое моделирование изделий</p> <p>Определение параметров, необходимых для создания модели, установка взаимосвязи между отдельными параметрами</p> <p>Задание параметров и принципов управления ими</p>
4	<p>Кинематический анализ изделий</p> <p>Цели, задачи и методы кинематического анализа цифрового прототипа</p> <p>Кинематический анализ изделия с применением Autodesk Inventor</p>
5	<p>Динамический анализ изделия</p> <p>Цели, задачи и методы динамического анализа</p> <p>Динамический анализ изделия с применением модуля "Динамическое моделирование" программы Autodesk Inventor</p> <p>Динамический анализ изделия с применением программы APM Dynamics</p>
6	<p>Силовой анализ изделия</p> <p>Цели, задачи и методы силового анализа</p> <p>Силовой анализ изделия с применением модуля "Динамическое моделирование" программы Autodesk Inventor</p> <p>Силовой анализ изделия с применением программы APM Dynamics</p>
7	<p>Оценка статической прочности и жёсткости изделия</p> <p>Цели задачи и методы статического расчёта изделий</p> <p>Оценка статической прочности и жёсткости с применением модуля "Силовой расчёт" программы Autodesk Inventor</p> <p>Оценка статической прочности и жёсткости с применением программы Autodesk Inventor Nastran</p> <p>Оценка статической прочности и жёсткости с применением программы APM Structure 3D</p>
8	<p>Оценка усталостной прочности</p> <p>Цели, задачи и методы усталостного расчёта изделий</p> <p>Оценка усталостной прочности с применением программы Autodesk Inventor Nastran</p>
9	<p>Оптимизация изделий</p> <p>Цели, задачи и методы оптимизации</p> <p>Выбор параметров оптимизации</p> <p>Оптимизация формы и размеров изделия</p> <p>Оптимизация по критерию энергоэффективности</p> <p>Оптимизация деталей и изделий в среде Autodesk Inventor</p>

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<p>Реализация каркасного моделирования с применением Autodesk Inventor</p> <p>Эскизное моделирование</p> <p>Пространственное моделирование</p> <p>Построение каркаса параметрической модели изделия</p> <p>Построение связанных деталей на основе каркаса</p> <p>Выбор и назначение взаимосвязей между элементами сборочной единицы</p> <p>Построение сборочной единицы из связанных деталей</p> <p>Использование стандартных компонентов в сборочной единице</p>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	Использование сборочных единиц при создании узлов, агрегатов и машин
2	<p>Параметрическое моделирование изделий с применением Autodesk Inventor</p> <p>Выбор параметров для создания модели</p> <p>Использование стандартных библиотек материалов Autodesk Inventor</p> <p>Редактирование стандартных и создание собственных материалов</p> <p>Расчёт и использованием массогабаритных характеристик деталей и изделий</p>
3	<p>Кинематический анализ изделия с применением Autodesk Inventor</p> <p>Выбор и использование кинематических взаимосвязей между элементами изделия</p> <p>Определение и задание передаточного отношения механизма</p> <p>Определение числа степеней свободы и необходимого количества входных звеньев</p> <p>Оценка кинематических характеристик звеньев (положения, скорости и ускорения) графическим методом</p> <p>Оценка кинематических характеристик звеньев аналитическим методом, построение графиков</p> <p>Анализ результатов кинематического расчёта</p>
4	<p>Динамический анализ изделия с применением Autodesk Inventor</p> <p>Выбор и использование динамических взаимосвязей между элементами изделия</p> <p>Определение и задание сил трения в кинематических парах механизма</p> <p>Задание закона движения входного звена механизма</p> <p>Учёт инерции и гравитации при динамическом анализе</p> <p>Оценка динамических характеристик звеньев аналитическим методом, построение графиков</p> <p>Анализ результатов динамического расчёта</p> <p>Подготовка модели к силовому расчёту</p>
5	<p>Силовой анализ изделия с применением Autodesk Inventor</p> <p>Задание закона изменения силовых параметров (сила, момент) на входных звеньях механизма</p> <p>Учёт демпфирования и затухания в кинематических парах изделия при силовом расчёте</p> <p>Определение силовых факторов в кинематических парах изделия, построение графиков</p> <p>Выбор наилучших положений механизма для выполнения статического и усталостного расчётов</p> <p>Подготовка модели к статическому и усталостному расчётам</p>
6	<p>Оценка статической прочности и жёсткости с применением модуля "Силовой расчёт" программы Autodesk Inventor</p> <p>Выбор типа и задание параметров расчёта</p> <p>Задание граничных условий (опирание, внешние силовые факторы) для статического расчёта</p> <p>Задание взаимосвязей между элементами изделия</p> <p>Подготовка конечноэлементной модели (выбор размера и типа КЭ сетки, корректировка сетки в контрольных точках)</p> <p>Расчёт изделия и предварительный анализ результатов</p> <p>Корректировка модели по результатам предварительного расчёта и их анализа</p> <p>Расчёт изделия и анализ полученных результатов</p> <p>Подготовка отчёта по результатам расчёта</p>
7	<p>Оценка статической прочности и жёсткости с применением программы Autodesk Inventor Nastran</p> <p>Выбор типа и задание параметров расчёта</p> <p>Задание граничных условий (опирание, внешние силовые факторы) для статического расчёта</p> <p>Задание взаимосвязей между элементами изделия</p> <p>Подготовка конечноэлементной модели (выбор размера и типа КЭ сетки, корректировка сетки в контрольных точках)</p> <p>Расчёт изделия и предварительный анализ результатов</p> <p>Корректировка модели по результатам предварительного расчёта и их анализа</p> <p>Расчёт изделия и анализ полученных результатов</p> <p>Подготовка отчёта по результатам расчёта</p>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
8	Оценка усталостной прочности с применением программы Autodesk Inventor Nastran Выбор метода и задание параметров расчёта Задание свойств материала и модели его поведения для усталостного расчёта Подготовка конечноэлементной модели (выбор размера и типа КЭ сетки, корректировка сетки в контрольных точках) Расчёт изделия и предварительный анализ результатов Корректировка модели по результатам предварительного расчёта и их анализа Расчёт изделия и анализ полученных результатов Подготовка отчёта по результатам расчёта
9	Оптимизация изделий Постановка задачи, выбор метода и параметров оптимизации Задание условий оптимизации модели (точность, число итераций и т.п.) Анализ результатов оптимизации и корректировка модели по этим результатам

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение мирового опыта применения цифрового прототипирования
2	Подготовка к промежуточной аттестации.
3	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Моделирование и виртуальное прототипирование Косенко И.И., Кузнецова Л.В., Николаев А.В. Учебное пособие Москва :Альфа-М, ИНФРА-М Издательский Дом , 2016	<a href="https://znanium.com/catalog/product/555214">https://znanium.com/catalog/product/555214</a> (дата обращения: 14.02.2024). – Режим доступа: по подписке.
2	Перегрузочное оборудование транспортных терминалов Степанов А.Л. Учебник СПб.:Политехника , 2013	Библиотека АВТ – 40 шт.(печатные)
3	Современные методы исследований и обработки экспериментальных данных для потребностей морского и внутреннего водного транспорта Леонов В.Е., Дмитриев В.И. Монография М.:МОРКНИГА , 2021	Библиотека АВТ – 15 шт. (печатные)

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

1. <http://library.mii.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.

2. <http://www.library.ru/> - информационно-справочный портал Проект Российской государственной библиотеки.

3. <http://autodesk.com/> - официальный сайт компании Autodesk

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

1. Microsoft Office не ниже Microsoft Office 2021 или Microsoft 365.

2. Autodesk Inventor Professional, версия для учебных заведений

3. Autodesk Inventor Nastran, версия для учебных заведений

4. APM WinMachine

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

Для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы требуется:

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сетям INTERNET и INTRANET (для осуществления консультаций в интерактивном режиме)

2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

3. Компьютерный класс с кондиционером. Рабочие места студентов в компьютерном классе, подключённые к сетям INTERNET и INTRANET

4. Лаборатории, оснащенные необходимым оборудованием для проведения лабораторных работ.

9. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен в 9 семестре.

Зачет в 10 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 «Портовые  
подъемно-транспортные машины и  
робототехника» Академии водного  
транспорта

А.Ю. Ганшкевич

Согласовано:

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

М.А. Сахненко

А.А. Гузенко