

**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)**

**Цифровое прототипирование 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: 1054812  
Подписал: заведующий кафедрой Сахненко Маргарита  
Александровна  
Дата: 11.04.2025

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

Цель дисциплины формирование компетенции в области цифрового прототипирования и компьютерного изготовления. Целью освоения дисциплины является получение компетенций в области прототипирования с применением цифровых технологий. Задачи дисциплины связаны с изучением способов и методов цифрового прототипирования технических средств и оборудования портов, приобретение навыков в применении программных комплексов позволяющих осуществлять цифровое прототипирование.

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

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

**ПК-6** - Способен к анализу и разработке проектной и эксплуатационной нормативно-технической документации портов;

**ПК-8** - Способен к разработке и внедрению средств, обеспечивающих цифровизацию технологических процессов портов.

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

### **Знать:**

основные проектировочные пакеты общемашиностроительного профиля; законы и методы накопления, передачи и обработки информации с помощью компьютера; области применения информационных технологий и перспективы их развития в условиях перехода к информационному обществу; базовые информационные процессы, структуру, модели, методы и средства прикладных информационных технологий; методику создания, проектирования и сопровождения систем на базе информационных технологий; 3Д печать

### **Уметь:**

Использовать 3Д печать, использовать математические методы в технических приложениях; использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения; применять информационные технологии при решении функциональных задач в различных предметных областях, а также при разработке и проектировании проектов судов и их оборудования

### **Владеть:**

средствами компьютерной графики (ввод, вывод, отображение, преобразование и редактирование графических объектов на ПК) и компьютерного изготовления (3Д печать); основными методами работы на ПК с прикладными программными средствами; навыками поиска, подготовки и ввода информации, компьютерного производства; навыками, связанными с конкретной областью специальной подготовки.

### 3. Объем дисциплины (модуля).

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

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 9 з.е. (324 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 |    |
|                                                           |                  | №7      | №8 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 152              | 64      | 88 |
| В том числе:                                              |                  |         |    |
| Занятия лекционного типа                                  | 42               | 16      | 26 |
| Занятия семинарского типа                                 | 110              | 48      | 62 |

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 172 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.

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | <b>Введение в программирование обработки</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>Основы числового программного управления<br>Основы металлообработки<br>Введение в программирование обработки                                                                                                                                                                                       |
| 2        | <b>Управляющие программы</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>Основы эффективного программирования<br>Примеры управляющих программ<br>CAD/CAM                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3        | <b>системы координат и структура управления программ</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>Станочная система координат<br>Структура управляющей программы                                                                                                                                                                                                                         |
| 4        | <b>Автоматизация управления</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>Базовые G-коды<br>Базовые M-коды<br>Постоянные циклы станка с ЧПУ<br>Автоматическая коррекция радиуса инструмента                                                                                                                                                                                               |
| 5        | <b>Программирование</b><br>рассматриваемые вопросы:<br>Система трехмерного твердотельного моделирования компас-3d<br>Основы работы в САМ-системе Esprit<br>Управление станком с ЧПУ<br>Справочник кодов и специальных символов программирования<br>Полезные программы                                                                                                          |
| 6        | <b>Использование цифрового прототипа для испытаний</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>Цифровой эксперимент<br>Виды испытаний техники<br>Структура испытаний<br>Подготовка прототипа и обработка результатов                                                                                                                                                                    |
| 7        | <b>Использование цифрового прототипа в прогнозировании</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>Анализ и подготовка статистических данных<br>Статистические модели<br>Анализ влияния различных факторов на состояние прототипа<br>Прогнозирование при заданных условиях и анализ результатов                                                                                         |
| 8        | <b>Оптимизация работы перегрузочного оборудования на основе цифрового прототипирования</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>Методы оптимизации производительности оборудования<br>Анализ эффективности различных режимов работы<br>Автоматизация процессов перегрузки с использованием цифровых моделей<br>Оценка экономической эффективности внедрения оптимизированных решений |

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Алгоритма нахождения нулевой точки в центре отверстия<br>В результате работы на занятиях студент получает навыки: Применения Алгоритма нахождения нулевой точки в центре отверстия:<br>Измерение инструмента и детали;<br>G-коды<br>Адреса/слова данных<br>M-коды<br>Специальные символы в УП<br>Мониторинг ЧПУ<br>Контроль в режиме реального времени<br>Формирование отчетов и графиков<br>Ускорение работы цеховых служб<br>Внедрение на предприятии<br>Редактор УП Cimco Edit 7<br>Техтран® |
| 2        | Станковая обработка металла<br>В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: Фрезерной обработки<br>Токарной обработки<br>Токарно-фрезерной обработки<br>Многошпиндельного сверления                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 3        | Обработка металла<br>В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык:<br>Раскроя листового материала<br>Листовой штамповки<br>Электроэрозионной обработки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 4        | Контроль и управление<br>В результате выполнения работы студент получает навык:<br>Контроля управляющих программ<br>Изучает процесс разработки и создания технологических карт<br>Стандартный цикл сверления и цикл сверления с выдержкой<br>Относительные координаты в постоянном цикле                                                                                                                                                                                                        |
| 5        | программы сверления<br>В результате выполнения работы студент получает навык программирования:<br>Циклы прерывистого сверления<br>Циклы нарезания резьбы<br>Циклы растачивания<br>Примеры программ на сверление отверстий при помощи постоянных циклов<br>Основные принципы<br>Использование автоматической коррекции на радиус инструмента<br>Активация, подвод и отвод                                                                                                                        |
| 6        | Подпрограммы<br>В результате работы на занятиях студент изучает:<br>Подпрограммы:<br>Работа с осью вращения (4-ой координатой)<br>Параметрическое программирование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | Программирование в ISO<br>Пример. Контурная обработка с коррекцией на радиус инструмента<br>Пример. Контурная обработка с коррекцией на радиус инструмента<br>Пример. Фрезерование прямоугольного кармана<br>Пример. Фрезерование круглого кармана<br>Программирование для Heidenhain<br>Пример. Контурная обработка с коррекцией на радиус инструмента<br>Пример. Сверление 7 отверстий диаметром 3 мм и глубиной 6,5 мм с помощью постоянного цикла                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 7        | <b>Методы программирования</b><br>В результате работы студент получает навыки и изучает:<br>Методы программирования<br>Что такое CAD и CAM?<br>Общая схема работы с CAD/CAM-системой<br>Виды моделирования<br>Уровни CAM-системы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 8        | <b>Программирование. Основы</b><br>В результате работы на занятиях студент изучает и получает навык в области:<br>Геометрия и траектория<br>Алгоритм работы в CAM-системе<br>Выбор геометрии<br>Выбор стратегии и инструмента, назначение параметров обработки<br>Плоская обработка<br>Объемная обработка<br>Бэкплот и верификация<br>Постпроцессирование<br>Передача УП на станок с ЧПУ<br>Ассоциативность                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 9        | <b>Моделирование деталей</b><br>В результате работы на занятиях студент получает навыки программирования:<br>Пятикоординатное фрезерование и 3D-коррекция<br>Высокоскоростная обработка (VCO)<br>Требования к современной CAM-системе<br>Классические твердотельные операции<br>Твердотельное моделирование<br>Поверхностное моделирование<br>Моделирование деталей из листового материала<br>Экспорт геометрии<br>Системные требования<br>Активация лицензии и запуск программы<br>Интерфейс программы<br>Порядок работы в программе<br>Создание операций фрезерной обработки<br>Органы управления<br>Основные режимы работы<br>Индикация системы координат<br>Установление рабочей системы координат<br>Алгоритм нахождения нулевой точки детали по оси Z<br>Алгоритм нахождения нулевой точки детали по осям X и Y |
| 10       | <b>Подготовка модели к расчёту</b><br>Навыки выбора и задания характеристик модели и граничных условий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание                                                                                                                                                      |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11       | <b>Расчёт модели</b><br>Навыки контроля процесса расчёта модели, корректировки параметров расчёта в зависимости от промежуточных результатов                                                              |
| 12       | <b>Прогнозирование на основе прототипа</b><br>Навыки подготовки массива данных к использованию в статистическом моделировании, программирование модели, получение результатов прогнозирования и их анализ |

### Практические занятия

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | <b>Автоматическое управление</b><br>В результате выполнения практической работы студент изучает:<br>Автоматическое управление<br>Особенности устройства и конструкции фрезерного станка с ЧПУ<br>Функциональные составляющие (подсистемы) ЧПУ                                                                                                                                                                              |
| 2        | <b>Управление подсистем</b><br>В результате выполнения работы студент получает навык: управления подсистем.<br>Подсистема управления<br>Подсистема приводов. Высокоточные ходовые винты. Двигатели<br>Подсистема обратной связи. Датчики, используемые для определения положения. Датчики состояния исполнительных органов.<br>Функционирование системы ЧПУ                                                                |
| 3        | <b>Программирование обработки металла</b><br>В результате выполнения работы студент получает навык:<br>Языкового программирования обработки:<br>Процесс фрезерования,<br>Режущий инструмент<br>Вспомогательный инструмент<br>Основные определения и формулы<br>Рекомендации по фрезерованию<br>Прямоугольная система координат                                                                                             |
| 4        | <b>Управляющие программы</b><br>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:<br>Написания простой управляющей программы<br>Создания УП на персональном компьютере<br>Передачи управляющей программы на станок<br>Проверки управляющей программы на станке<br>Тестовые режимы станка с ЧПУ<br>Последовательность полной проверки УП<br>Советы по технике безопасности при эксплуатации станков с ЧПУ |
| 5        | <b>Исходное программирование</b><br>В результате выполнения работы студент получает навык: Формирования и программирования параметров:<br>Нулевая точка станка и направления перемещений<br>Нулевая точка программы и рабочая система координат<br>Компенсация длины инструмента<br>Абсолютные и относительные координаты<br>Комментарии в УП и карта наладки<br>G- и M-коды<br>Структура программы                        |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | Слово данных, адрес и число<br>Модальные и немодальные коды<br>Формат программы<br>Строка безопасности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 6        | <b>Формирование управляющей программы</b><br>В результате выполнения работы студент получает навык: Формирования УП:<br>Важность форматирования УП<br>Ускоренное перемещение- G00<br>Линейная интерполяция - G01<br>Круговая интерполяция - G02 и G03<br>Дуга с I, J, K<br>Дуга с R<br>Использование G02 и G03<br>Останов выполнения управляющей программы - M00 и M01<br>Управление вращением шпинделя - M03, M04, M05<br>Управление подачей СОЖ- M07, M08, M09<br>Автоматическая смена инструмента- M06<br>Завершение программы - M30 и M02                                       |
| 7        | <b>Моделирование и симуляция работы перегрузочного оборудования в цифровой среде</b><br>В результате выполнения работы студент получает навык:<br>Основы работы с CAD/CAM-системами для проектирования перегрузочных механизмов<br>Настройка параметров виртуальной среды для симуляции работы оборудования<br>Анализ кинематики и динамики грузоподъемных устройств (кранов, конвейеров, погрузчиков)<br>Выявление потенциальных коллизий и ошибок в работе оборудования до физического изготовления<br>Оптимизация траекторий перемещения грузов для минимизации времени операций |

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| №<br>п/п | Вид самостоятельной работы                                                                   |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Изучение материала занятий. Изучение основной литературы. Изучение дополнительной литературы |
| 2        | Подготовка к промежуточной аттестации                                                        |
| 3        | Подготовка к промежуточной аттестации.                                                       |
| 4        | Подготовка к текущему контролю.                                                              |

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

| №<br>п/п | Библиографическое описание                                                                                                             | Место доступа                                                                                                                                                              |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Моделирование и виртуальное прототипирование: Учебное пособие / Косенко И.И., Кузнецова Л.В., Николаев А.В. - Москва :Альфа-М, ИНФРА-М | URL:<br><a href="https://znanium.com/catalog/product/555214">https://znanium.com/catalog/product/555214</a><br>(дата обращения: 14.02.2024). – Режим доступа: по подписке. |

|   |                                                                                                                                                                                                    |                                    |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
|   | Издательский Дом, 2016. - 176 с.<br>(Технологический сервис) ISBN 978-5-98281-280-3. - Текст : электронный.                                                                                        |                                    |
| 2 | Степанов А.Л. Перегрузочное оборудование транспортных терминалов. Учебник для вузов.                                                                                                               | Библиотека АВТ – 40 шт.(печатные)  |
| 3 | Леонов В.Е., Дмитриев В.И. Современные методы исследований и обработки экспериментальных данных для потребностей морского и внутреннего водного транспорта. Монография.- М.:МОРКНИГА, 2021.-336 с. | Библиотека АВТ – 15 шт. (печатные) |

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

Сайт учебного кабинета САПР [www.lab-sapr.ru](http://www.lab-sapr.ru)

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

Форум CAD/CAM/CAE/PLM <https://cccp3d.ru/>

Журнал CAD/CAM/CAE <http://www.cadcamcae.lv/>

Образовательный портал по САПР <https://cadcamtutorials.ru/articles/cnc5>

Российская компания «СПРУТ-Технология» области автоматизации подготовки производства <https://sprut.ru/company/press/articles/> SprutCAM-sredi-CAD/CAM/CAE-sistem-v-mashinostroenii

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

Solid Works Система автоматизированного проектирования CAD/CAM/CAE

ПО 3Д-принтеров в комплекте с принтерами

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

Учебная аудитория оснащенная компьютерной техникой и демонстрационными материалами в том числе:

3D принтер ANYCUBIC – 3 шт,

3D принтер Noble 1.0 – 1 шт,

электроинструмент ручной

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 7 семестре.

Экзамен в 8 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

А.Ю. Ганшкевич

Согласовано:

Заведующий кафедрой ВППиПО

М.А. Сахненко

Председатель учебно-методической  
комиссии

А.А. Гузенко