



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора

А.В. Троицкий

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ
НА СТАНКАХ С ЧПУ»**

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Направленность (профиль): Технология машиностроения

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Королёв
2023

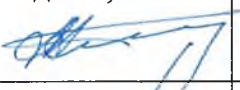
Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

Автор: д.т.н., профессор Пашковский И.Э. Рабочая программа дисциплины (модуля): «Программирование обработки деталей на станках с ЧПУ» – Королев МО: «Технологический университет», 2023.

Рецензент: к.т.н., с.н.с. Привалов В.И.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета. Протокол № 9 от 11 апреля 2023 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с. 	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с.	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с.	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с.
Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 9 от 28.03.2023 г.			

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП  д.т.н., профессор Пашковский И.Э.

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023 г.			

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Целью изучения дисциплины «Программирование обработки деталей на станках с ЧПУ» является формирование знаний об основах программирования обработки заготовок машиностроительного производства на станках с числовым программным управлением и подготовка к решению технологических задач по программированию станков с ЧПУ.

В процессе обучения обучающийся приобретает и совершенствует следующие компетенции:

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК-3. Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование.

ОПК-5. Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда.

Профессиональные компетенции:

ПК-9. Способен разрабатывать технологический процесс изготовления машиностроительных изделий серийного (массового) производства.

ПК-11. Способен составлять техническое задание с использованием САРР-систем, PDM-систем, MDM-систем в организации.

Основными задачами дисциплины являются:

- изучение общих вопросов программирования станков с числовым программным управлением (ЧПУ);
- изучение структуры управляющей программы;
- структурно-информационного анализа ЧПУ разных классов;
- изучение методики подготовки управляющих программ для станков с числовым программным управлением;
- формирования навыков программирования обработки на многоцелевых станках с ЧПУ;
- изучение систем автоматизации программирования.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

Трудовые действия:

- применяет новое технологическое оборудование, в том числе с ЧПУ для автоматизации технических систем;
- разрабатывает технологические процессы машиностроительного производства с учетом основных закономерностей достижения параметров качества при оптимизации трудовых и экономических затрат;
- разрабатывает маршрутную технологию и технологические операции изготовления изделий серийного (массового) производства;
- оформляет технологическую документацию на технологические процессы изготовления изделий серийного (массового) производства;
- осуществляет контроль за ведением баз знаний и баз данных САРР-системы, PDM-системы, MDM-системы организации, выполняемым специалистами более низкой квалификации;

- осуществляет формализацию правила выбора средств технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов, расчета режимов резанья, технологических норм.

Необходимые умения:

- умеет разрабатывать элементы и подсистемы технологического оборудования;

- умеет использовать методы оптимизации технологических процессов с учетом достижения заданных параметров качества и необходимых технико-экономических показателей;

- умеет выявлять основные технологические задачи, решаемые при разработке технологических процессов изготовления машиностроительных изделий серийного (массового) производства;

- умеет выбирать схемы базирования и закрепления заготовок машиностроительных деталей серийного (массового) производства;

- умеет оценивать записи в базах данных САРР-системы, PDM-системы, MDM-системы, сделанные специалистами более низкой квалификации;

- умеет оценивать возможный экономический эффект от внедрения систем автоматизации этапов технологической подготовки производства.

Необходимые знания:

- знает и способен использовать программные средства настройки и адаптации оборудования в соответствии с требованиями производства;

- знает основные закономерности достижения необходимых параметров качества машиностроительной продукции при заданной производственной программе и наименьших затратах труда;

- знает порядок согласования и утверждения технологической и конструкторской документации;

- знает основные методы, способы и средства контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям;

- знает методологии функционального моделирования производственных систем;

- знает функциональные возможности и особенности работы в PDM-системе, MDM-системе, используемых в организации.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Программирование обработки деталей на станках с ЧПУ» относится к обязательной части блока 1 основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Изучение данной дисциплины базируется на ранее изученных дисциплинах «Информатика», «Компьютерная инженерная графика», «Технология конструкционных материалов» и частично освоенных компетенциях УК-1, ОПК-1,6,7,9,10, ПК-4,10.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины «Программирование обработки деталей на станках с ЧПУ» являются базовыми для изучения последующих дисциплин: «Автоматизация технологических процессов и автоматизированное оборудование», «САПР технологических процессов», «Основы проектирования автоматизированных участков», прохождении практик и выполнения выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа. Практическая подготовка составляет 4 часа.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8
Общая трудоемкость	144	144			144
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	64	64			
Лекции (Л)	32	32			
Практические занятия (ПЗ)	32	32			
Лабораторные работы (ЛР)	-	-			
Практическая подготовка	4	4			
Самостоятельная работа	80	80			
<i>Курсовые работы (проекты)</i>	КР	-			
<i>Расчетно-графические работы</i>	РГР	-			
<i>Контрольная работа</i>	Кр	+			
<i>Текущий контроль знаний</i>	Тест	+			
Вид итогового контроля	Зачет / Экзамен	Экзамен			
ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	16				16
Лекции (Л)	4				4
Практические занятия (ПЗ)	12				12
Лабораторные работы (ЛР)	-				-
Практическая подготовка	4				4
Самостоятельная работа	128				128
<i>Курсовые работы (проекты)</i>	КР				-
<i>Расчетно-графические работы</i>	РГР				-
<i>Контрольная работа</i>	Кр				+
<i>Текущий контроль знаний</i>	Тест				+
Вид итогового контроля	Зачет / Экзамен				Экзамен

4. Содержание дисциплины (модуля)

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час, очн./заоч	Практические занятия, час, очн./заоч.	Занятия в интерактивной форме, час, очн./заоч.	Практическая подготовка час, очн./заоч.	Код компетенций
Тема 1. Общие вопросы программирования	4 / 0,5	4 / 1	1 / 0,5		ОПК-3; ОПК-5; ПК-9; ПК-11
Тема 2. Код ISO-7 бит	4 / 0,5	4 / 1	1 / 0,5		ОПК-3; ОПК-5; ПК-9; ПК-11
Тема 3. Структура управляющих программ.	4 / 0,5	4 / 2	2 / 1	2 / 2	ОПК-3; ОПК-5; ПК-9; ПК-11
Тема 4. Основные правила программирования.	4 / 0,5	4 / 2	2 / 1		ОПК-3; ОПК-5; ПК-9; ПК-11
Тема 5. Структурно-информационный анализ УЧПУ разных классов	4 / 0,5	4 / 2	2 / 1		ОПК-3; ОПК-5; ПК-9; ПК-11
Тема 6. Пульты управления станками с ЧПУ	4 / 0,5	4 / 2	2 / 1		ОПК-3; ОПК-5; ПК-9; ПК-11
Тема 7. Подготовка информации для управляющих программ для станков с ЧПУ	8 / 1	8 / 2	2 / 1	2 / 2	ОПК-3; ОПК-5; ПК-9; ПК-11
Всего:	32 / 4	32 / 12	12 / 6	4 / 4	

4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Общие вопросы программирования.

Термины и основные понятия. Общие сведения из теории кодирования. Представление информации кодом. Классификация кодов. Характеристики основных систем счисления. Логические элементы. Двоично-кодированные системы счисления. Особые свойства кодов.

Тема 2. Код ISO-7 бит.

Значение символов в коде ИСО-7 бит. Кодирование подачи и частоты вращения шпинделя. Вспомогательные функции в коде ИСО-7 бит. Подготовительные функции в коде ИСО-7.

Тема 3. Структура управляющих программ.

Структура программносителя. Структура управляющей программы. Структура кадров управляющей программы.

Тема 4. Основные правила программирования.

Запись слов в кадрах управляющей программы. Формат кадра управляющей программы.

Тема 5. Структурно-информационный анализ УЧПУ разных классов.

Информационная структура систем числового программного управления станками. Виды и обозначения устройств ЧПУ. Структурно-информационный анализ УЧПУ класса NC. Системы класса SNC. Системы классов CNC, DNC, HNC. Характеристики моделей УЧПУ. Функциональные особенности моделей УЧПУ разных поколений.

Тема 6. Пульты управления станками с ЧПУ.

Символика станков с ЧПУ. Построение пультов управления станками с ЧПУ. Панели УЧПУ класса CNC.

Тема 7. Подготовка информации для управляющих программ для станков с ЧПУ.

Технологическая документация. Уровни автоматизации программирования. Составление расчетно-технологической карты. Особенности расчета траектории инструмента. Расчет координат опорных точек на контуре детали. Расчет координат опорных точек на эквидистанте.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

Самостоятельные занятия студентов проводятся в соответствии с программой по дисциплине «Программирование обработки деталей на станках с ЧПУ» и заданиями преподавателя с помощью базовых учебников и специальной учебно-методической литературы.

Основным учебно-методическим обеспечением для самостоятельной работы по дисциплине является:

1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).
2. Рабочая тетрадь.
3. Практикум.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в приложении 1 к настоящей рабочей программе.

7.Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Гончаров А.А. Устройства программного управления в автоматизированном производстве: учебное пособие / А.А. Гончаров, Н.В. Сурба, Е.Н. Велюжинец. – Минск: РИПО, 2017. – 271 с. – ISBN 978-985-503-660-0. – Текст: электронный.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/978173>
- Режим доступа: по подписке.
2. Мещерякова В.Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учебное пособие / В.Б. Мещерякова, В.С. Стародубов. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 336 с. (Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-005081-2. – Текст: электронный.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1062069>
- Режим доступа: по подписке.
3. Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка: учеб. пособие для вузов / А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек, А.В. Аверченков [и др.]. – 3-е изд., стер. – М.: ФЛИНТА, 2017. – 358 с. – ISBN 978-5-9765-1830-8. – Текст: электронный.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1042121>
- Режим доступа: по подписке.
4. Сурина Е.С. Разработка управляющих программ для системы ЧПУ: учебное пособие / Е.С. Сурина. – 2-е изд., стер. – СПб: Лань, 2021. – 268 с. – ISBN 978-5-8114-4696-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.
- URL: <https://e.lanbook.com/book/207008>
- Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Балла О.М. Обработка деталей на станках с ЧПУ: учебное пособие / О.М. Балла. – СПб: Лань, 2021. – 368 с. – ISBN 978-5-8114-6754-9. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.
- URL: <https://e.lanbook.com/book/152465>
- Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Берлинер Э.М., Таратынов О.В. САПР технолога машиностроителя: Учебник (Высшее образование: Бакалавриат). – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. – 336 с.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/987419>
- Режим доступа – по подписке.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Российская государственная библиотека www.rsl.ru
2. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) <http://www.viniti.ru>
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека <http://www.gpntb.ru>
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY <http://www.elibrary.ru>
5. Университетская библиотека <http://www.biblioclub.ru>
6. Электронно-библиотечная система Znanium <http://znanium.ru>
7. Электронный каталог библиотеки МГОТУ «Технологический университет» <http://unitech-mo.ru/library/resources/electronic-catalogue-fta>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2 к настоящей рабочей программе.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Перечень программного обеспечения: MSOffice, Power Point, программные комплексы «AutoCAD», «Компас».

Информационные справочные системы:

Электронные ресурсы образовательной среды Университета.

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

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект презентаций/слайдов – демонстрационных материалов по разделам курса в Power Point.

Практические занятия:

- Аудитория, оснащенная мультимедийными средствами (проектор, компьютер, экран) и демонстрационными материалами;
- рабочее место преподавателя, оснащенное ПК с доступом в сеть Интернет.

Проведение компьютерного тестирования может осуществляться в компьютерном классе университета, а также с использованием возможностей информационно-образовательной среды.

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**«ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ
НА СТАНКАХ С ЧПУ»**

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств

Направленность (профиль): Технология машиностроения

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Королёв
2023

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции, (или ее части), обучающийся приобретает:		
				Трудовые действия	Необходимые умения	Необходимые знания
1	2	3	4	5	6	7
1.	ОПК-3	Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование.	Темы 1-7	Применяет новое технологическое оборудование, в том числе с ЧПУ для автоматизации технических систем.	Умеет разрабатывать элементы и подсистемы технологического оборудования.	Знает и способен использовать программные средства настройки и адаптации оборудования в соответствии с требованиями производства.
2.	ОПК-5	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда.	Темы 1-7	Разрабатывает технологические процессы машиностроительного производства с учетом основных закономерностей достижения параметров качества при оптимизации трудовых и экономических затрат.	Умеет использовать методы оптимизации технологических процессов с учетом достижения заданных параметров качества и необходимых технико-экономических показателей.	Знает основные закономерности достижения необходимых параметров качества машиностроительной продукции при заданной производственной программе и наименьших затратах труда.
3.	ПК-9	Способен разрабатывать технологический процесс изготовления машиностроительных изделий серийного (массового) производства.	Темы 1-7	Разрабатывает маршрутную технологию и технологические операции изготовления изделий серийного (массового) производства; Оформляет технологическую документацию на технологические процессы изготовления изделий серийного (массового) производства.	Умеет выявлять основные технологические задачи, решаемые при разработке технологических процессов изготовления машиностроительных изделий серийного (массового) производства; Умеет выбирать схемы базирования и закрепления заготовок машиностроительных деталей серийного (массового) производства.	Знает порядок согласования и утверждения технологической и конструкторской документации; Знает основные методы, способы и средства контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям.

1	2	3	4	5	6	7
4.	ПК-11	Способен составлять техническое задание с использованием САРР-систем, PDM-систем, MDM-систем в организации.	Темы 1-7	Осуществляет контроль за ведением баз знаний и баз данных САРР-системы, PDM-системы, MDM-системы организации, выполняемым специалистами более низкой квалификации; Осуществляет формализацию правила выбора средств технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов, расчета режимов резанья, технологических норм.	Умеет оценивать записи в базах данных САРР-системы, PDM-системы, MDM-системы, сделанные специалистами более низкой квалификации; Умеет оценивать возможный экономический эффект от внедрения систем автоматизации этапов технологической подготовки производства.	Знает методологии функционального моделирования производственных систем; Знает функциональные возможности и особенности работы в PDM-системе, MDM-системе, используемых в организации.

2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Этапы и показатель оценивания компетенции	Критерии оценивания компетенции на различных этапах формирования и шкалы оценивания
ОПК-3, ОПК-5, ПК-9, ПК-11	Доклад	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 5 баллов</i></p> <p><i>Б) частично сформирована:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>компетенция освоена на продвинутом уровне – 4 балла;</i> • <i>компетенция освоена на базовом уровне – 3 балла;</i> <p><i>В) не сформирована (компетенция не сформирована) – 2 и менее баллов.</i></p>	<p><i>Проводится в устной форме в виде доклада с презентацией.</i></p> <p><i>Критерии оценки:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>1. Соответствие содержания доклада заявленной тематике (1 балл).</i> <i>2. Качество источников и их количество при подготовке работы (1 балл).</i> <i>3. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл).</i> <i>4. Качество самой представленной работы (1 балл).</i> <i>5. Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематике (1 балл).</i> <p><i>Максимальная сумма баллов – 5 баллов.</i></p>

ОПК-3, ОПК-5, ПК-9, ПК-11	Задачи	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов</i></p> <p><i>Б) частично сформирована:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла;</i> • <i>компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла;</i> <p><i>В) не сформирована (компетенция <u>не сформирована</u>) – 2 и менее баллов</i></p>	<p><i>Проводится в письменной форме.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>1. Выбор оптимального метода решения задачи (1 балл).</i> <i>2. Умение применить выбранный метод (1 балл).</i> <i>3. Логический ход решения правильный, но в расчетах имеются арифметические ошибки (1 балл).</i> <i>4. Решение задачи и получение правильного результата (2 балла).</i> <i>5. Задача не решена вообще (0 баллов).</i> <p><i>Максимальная оценка – 5 баллов.</i></p>
ОПК-3, ОПК-5, ПК-9, ПК-11	Контрольная работа	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов</i></p> <p><i>Б) частично сформирована:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла;</i> • <i>компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла;</i> <p><i>В) не сформирована (компетенция <u>не сформирована</u>) – 2 и менее баллов</i></p>	<p><i>Проводится в письменной форме.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>1. Оформление в соответствии с требованиями (1 балл).</i> <i>2. Соответствует методическим указаниям в части структуры (1 балл).</i> <i>3. Содержание контрольной работы соответствует заявленной тематике (1 балл).</i> <i>4. Поставленные цели и задачи достигнуты (1 балл).</i> <i>5. Качественный и количественный состав использованных источников (1 балл).</i> <p><i>Максимальная оценка – 5 баллов.</i></p>

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1. Примерная тематика докладов (с презентацией)

1. Анализ общих вопросов программирования и классификации кодов.
2. Структурно-информационный анализ УЧПУ разных классов.
3. Анализ функциональных особенностей моделей УЧПУ разных поколений.
4. Выбор оборудования для обработки деталей на многоцелевых станках.
5. Особенности процессов обработки деталей на многоцелевых станках.
6. Погрешности установки заготовки, наладки инструментов на размер, наладки станка на размер.
7. Анализ построения пультов управления станками с ЧПУ.
8. Структура управляющих программ и основные правила программирования.
9. Задачи наладки. Базирование и закрепление заготовок. Наладка приспособлений.
10. Экономическая эффективность обработки на станках с ЧПУ.

3.2. Содержание типовых задач для решения в аудитории

В задаче требуется по заданному виду обрабатываемой поверхности и её точности назначить (рассчитать) режим механической обработки, написать программу для станка с ЧПУ и построить карту наладки операции.

Вариант задания определяется по номеру в списке электронного журнала успеваемости.

1. Наладка станка для обработки детали на токарном станке с ЧПУ.
2. Наладка станка для обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ.
3. Наладка станка для обработки детали на сверлильном станке с ЧПУ.
4. Наладка станка для обработки детали на токарном станке с ЧПУ.
5. Наладка станка для обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ.
6. Наладка станка для обработки детали на сверлильном станке с ЧПУ.
7. Наладка станка для обработки детали на токарном станке с ЧПУ.
8. Наладка станка для обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ.
9. Наладка станка для обработки детали на сверлильном станке с ЧПУ.
10. Наладка станка для обработки детали на токарном станке с ЧПУ.

3.3. Содержание контрольных заданий (типовых задач)

Домашнее контрольное задание выполняется по Методическим указаниям для обучающихся по решению задач по дисциплине «Программирование обработки деталей на станках с ЧПУ».

Вариант задания определяется по номеру в списке электронного журнала успеваемости.

Вариант 1.

1. Программирование для промышленных роботов (ПР) и роботизированных технологических комплексов (РТК).
2. Технологическая документация.
3. Наладка станка для обработки детали на токарном станке с ЧПУ.

Вариант 2.

1. Особенности программирования для ПР и РТК.
2. Системы автоматизированного программирования (САП).
3. Наладка станка для обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ.

Вариант 3.

1. Основные принципы автоматизации процесса подготовки УП.
2. Пульты управления станков с ЧПУ.
3. Наладка станка для обработки детали на сверлильном станке с ЧПУ.

Вариант 4.

1. САП, структура, классификация.
2. Особенности режущего инструмента для станков ЧПУ. Кодирование инструмента.
3. Наладка станка для обработки детали на токарном станке с ЧПУ.

Вариант 5.

1. Структура УП и ее формат. Запись управляющей программы.
2. Обзор отечественных и зарубежных САП.
3. Наладка станка для обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ.

Вариант 6.

1. САП для станков с ЧПУ.
2. Структурно информационный анализ УЧПУ разных классов.
3. Наладка станка для обработки детали на сверлильном станке с ЧПУ.

Вариант 7.

1. Автоматизированное рабочее место технолога-программиста (АРМ ТП), оператора станков с ЧПУ, РТК.
2. Классификация приспособлений для станков с ЧПУ.
3. Наладка станка для обработки детали на токарном станке с ЧПУ.

Вариант 8.

1. Особенности программирования ПР и РПК.
2. Задачи наладки. Базирование и закрепление заготовок. Наладка приспособления.
3. Наладка станка для обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ.

Вариант 9.

1. Автоматизированное рабочее место оператора станков с ЧПУ, РТК и АЛ.
2. Выбор оборудования для обработки детали на многоцелевых станках.
3. Наладка станка для обработки детали на сверлильном станке с ЧПУ.

Вариант 10.

1. Особенности процессов обработки детали на многоцелевых станках.
2. Технологическая документация.
3. Наладка станка для обработки детали на токарном станке с ЧПУ.

**4. Методические материалы, определяющие процедуры
оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,
характеризующих этапы формирования компетенций**

Формой контроля знаний по дисциплине «Программирование обработки деталей на станках с ЧПУ» являются две текущие аттестации в виде тестов и заключительная аттестация в виде экзамена.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающий знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
в соответствии с учебным планом	тестирование (1 и 2)	УК-2 ПК-10 ПК-11	20-30 вопросов	Компьютерное тестирование; время, отведенное на процедуру – 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка – 0 Удовлетворительно – от 51% правильных ответов.

						Хорошо – от 70%. Отлично – от 85%. Максимальная оценка – 5 баллов.
в соответствии с учебным планом	Экзамен	УК-2 ПК-10 ПК-11	Экзаменационный билет включает теоретический вопрос и задачу	Экзамен проводится в устной форме. Время, отведенное на процедуру – 10-20 минут.	Результаты предоставляются в день проведения экзамена	Критерии оценки: «Отлично»: знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • ответ на вопросы билета. «Хорошо»: • знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • частичный ответ на вопросы билета «Удовлетворительно»: • демонстрирует частичные знания по темам дисциплины; • частичное знание и умение использовать и применять полученные знания на практике; • работал на практических занятиях • частичный ответ на вопросы билета

						<p>«Неудовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплины; • незнание основных понятий; • неумение использовать и применять полученные знания на практике; • не работал на практических занятиях; • не отвечает на вопросы.
--	--	--	--	--	--	---

4.1. Типовые вопросы, выносимые на тестирование

Тесты используются при текущем контроле знаний. По форме заданий выбраны закрытые тесты (с выборочным ответом). Каждому вопросу соответствует один вариант ответа.

1. Что такое этап реализации?

- построение выводов по данным, полученным путем имитации;
- теоретическое применение результатов программирования;
- практическое применение модели и результатов моделирования.

2. Для чего служит прикладное программное обеспечение?

- планирования и организации вычислительного процесса в ЭВМ;
- реализация алгоритмов управления объектом;
- планирования и организации алгоритмов управления объектом.

3. Тожественная декомпозиция – это операция, в результате которой...

- любая система превращается в саму себя;
- средства декомпозиции тождественны;
- система тождественна.

4. Расчлененная система – это...

- система, для которой существуют средства программирования;
- система, разделенная на подсистемы;
- система, для которой существуют средства декомпозиции.

5. На что не ориентируются при выборе системы управления, состоящей из нескольких элементов?

- на быстродействие и надежность;
- на определенное число элементов;
- на функциональную полноту.

6. Что понимается под программным обеспечением?

- соответствующим образом организованный набор программ и данных;
- набор специальных программ для работы САПР;
- набор специальных программ для моделирования.

7. Параллельная коррекция системы управления позволяет...

- обеспечить введение интегралов и производных от сигналов ошибки;
- осуществить интегральные законы регулирования;
- скорректировать АЧХ системы.

8. Модульность структуры состоит

- в построении модулей по иерархии;
- на принципе вложенности с вертикальным управлением;
- в разбиении программного массива на модули по функциональному признаку.

9. Что понимают под синтезом структуры АСУ?

- процесс исследования, определяющий место эффективного элемента, как в физическом, так и техническом смысле;
- процесс перебора вариантов построения взаимосвязей элементов по заданным критериям и эффективности АСУ в целом;
- процесс реализации процедур и программных комплексов для работы АСУ.

10. Результаты имитационного моделирования...

- носят случайный характер, отражают лишь случайные сочетания действующих факторов, складывающихся в процессе моделирования;
- являются неточными и требуют тщательного анализа.
- являются источником информации для построения реального объекта.

11. Структурное подразделение систем осуществляется...

- по правилам моделирования;
- по правилам разбиения;
- по правилам классификации.

12. Какими могут быть средства декомпозиции?

- имитационными;
- материальными и абстрактными;
- реальными и нереальными.

13. Что понимают под классом?

- совокупность объектов, обладающих некоторыми признаками общности;
- последовательное разбиение подсистем в систему;
- последовательное соединение подсистем в систему.

14. Как еще иногда называют имитационное моделирование?

- методом реального моделирования;
- методом машинного эксперимента;
- методом статистического моделирования.

15. Чему при проектировании систем управления уделяется большое внимание?

- сопряжению чувствительного элемента системы с ее вычислительными средствами;
- быстродействию и надежности;
- массогабаритным показателям и мощности.

16. За счет чего достигается подобие физического реального явления и модели?

- за счет соответствия физического реального явления и модели;
- за счет равенства значений критериев подобности;
- за счет равенства экспериментальных данных с теоретическими подобными.

17. Для чего производится коррекция системы управления?

- для обеспечения заданных показателей качества процесса управления;
- для увеличения производительности системы;
- для управления объектом по определенному закону.

18. Что осуществляется на этапе интерпретации результатов?

- процесс имитации с получением необходимых данных;
- практическое применение модели и результатов моделирования;
- построение выводов по данным, полученным путем имитации.

19. Из чего состоит программное обеспечение систем управления?

- из системного и прикладного программного обеспечения;
- из системного и информационного программного обеспечения;
- из математического и прикладного программного обеспечения.

20. На чем основано процедурное программирование?

- на применении универсальных модулей;
- на применении унифицированных процедур;
- на применении унифицированных сложных программ, которые объединяются по иерархическому принципу.

21. Что понимают под структурой АСУ?

- организованную совокупность ее элементов;
- совокупность процедур программных комплексов для реализации АСУ;
- взаимосвязь, определяющую место элемента, как в физическом, так и в техническом смысле.

22. Что осуществляется на этапе подготовки данных?

- описание модели на языке, приемлемом для используемой ЭВМ;
- определение границ характеристик системы, ограничений и измерителей показателей эффективности;
- происходит отбор данных, необходимых для построения модели, и представлении их в соответствующей форме.

23. Если неизменяемая часть системы содержит слабо демпфированные или консервативные звенья, то могут быть использованы корректирующие устройства, создающие...

- отрицательный фазовый сдвиг без изменения амплитудной характеристики;
- изменение амплитудной характеристики;
- опережение по фазе.

24. Последовательная коррекция системы управления позволяет...

- ввести в закон управления составляющие;
- скорректировать АЧХ системы;
- осуществить интегральные законы регулирования.

25. Для чего служит системное программное обеспечение?

- для реализации алгоритмов организации вычислительного процесса в ЭВМ;
- для планирования и организации вычислительного процесса в ЭВМ;
- для реализации алгоритмов управления объектом.

26. При математическом моделировании в качестве объекта моделирования выступают...

- графики переходного процесса, описывающие объект по уравнениям;
- исходные уравнения, представляющие математическую модель объекта;
- процессы, протекающие в математической модели.

27. Что осуществляется на этапе экспериментирования?

- построение выводов по данным, полученным путем имитации;
- практическое применение модели и результатов моделирования;
- процесс имитации с получением необходимых данных.

28. При проектировании систем управления решающее значение имеет...

- массогабаритные показатели и мощность;
- рациональный выбор чувствительных элементов или датчиков этих систем;
- результат математического моделирования этих систем.

29. Что такое классификация систем автоматизированного проектирования?

- разбиение некоторой совокупности объекта на классы по наиболее существенным признакам;
- разбиение объектов на классы;
- деление автоматических систем на классы.

30. Что такое физическое моделирование?

- метод экспериментального изучения различных физических явлений, основанный на математических моделях;
- метод экспериментального изучения различных физических явлений, основанный на их физическом подобии;
- метод математического изучения различных физических явлений, основанный на их математическом подобии.

4.2. Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен

1. Этапы подготовки УП. Последовательность разработки ПУ.
2. Система координат станка с ЧПУ, детали, инструмента и их связь.
3. Системы счисления.
4. Особенности расчета траектории инструмента.
5. САП, структура, классификация.
6. Код ISO-7 бит.
7. Структура программоносителя.
8. Структура УП. Запись УП. Формат кадров УП.
9. Структура кадров, составление УП.
10. Запись слов в кадрах УП.
11. Виды программоносителей.
12. Устройства подготовки данных на перфоленте.
13. Системы классов NS, SNC, CNC, DNC, HNC.
14. Системы класса VNC.
15. Системы управления (НЕЙРО-ФАЗЗИ).
16. Программирование обработки деталей на сверлильных станках с ЧПУ.
17. Программирование обработки деталей на токарных станках с ЧПУ.
18. Программирование обработки деталей на фрезерных станках с ЧПУ.
19. Программирование обработки деталей на многоцелевых станках с ЧПУ.
20. Язык САП, входной язык САП, промежуточный язык «процессор-постпроцессор».
21. Системы автоматизации программирования СПД ЧПУ.
22. Языки для управления ПР, VAL, ЯПТ.
23. Система «ТЕХТРАН».
24. Система CAD/CAM, CAE.
25. Рабочая инструкция: арифметическая, геометрическая, инструкция обработки подпрограммы, особые и т.д.

4.3. Содержание экзаменационных задач

В задаче требуется по рабочему чертежу детали и заданному виду обрабатываемой поверхности с указанием её точности и шероховатости назначить (рассчитать) режим механической обработки, написать программу для станка с ЧПУ и построить карту наладки операции.

1. Наладка станка для обработки детали на токарном станке с ЧПУ.
2. Наладка станка для обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ.
3. Наладка станка для обработки детали на сверлильном станке с ЧПУ.

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ
НА СТАНКАХ С ЧПУ**

Направление подготовки: 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Направленность (профиль): Технология машиностроения

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Королёв
2023

1. Общие положения

Цель дисциплины:

формирование знаний об основах программирования обработки заготовок машиностроительного производства на станках с числовым программным управлением и подготовка к решению технологических задач по программированию станков с ЧПУ.

Задачи дисциплины:

- изучение общих вопросов программирования станков с числовым программным управлением (ЧПУ);
- изучение структуры управляющей программы;
- структурно-информационного анализа ЧПУ разных классов;
- изучение методики подготовки управляющих программ для станков с числовым программным управлением;
- формирования навыков программирования обработки на многоцелевых станках с ЧПУ;
- изучение систем автоматизации программирования.

2. Указания по проведению практических (семинарских) занятий

Практическое занятие 1.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия: **Общие вопросы программирования.** Термины и основные понятия. Общие сведения из теории кодирования. Представление информации кодом. Классификация кодов. Характеристики основных систем счисления. Логические элементы. Двоично-кодированные системы счисления. Особые свойства кодов.

Продолжительность занятия – 4 / 1 ч.

Практическое занятие 2.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия: **Код ISO-7 бит.** Значение символов в коде ИСО-7 бит. Кодирование подачи и частоты вращения шпинделя. Создание программы для обработки детали в фрезерном станке. Вспомогательные функции в коде ИСО-7 бит. Подготовительные функции в коде ИСО-7.

Продолжительность занятия 4 / 1 часа.

Практическое занятие 3.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия: **Структура управляющих программ.** Структура программносителя. Структура управляющей программы. Структура кадров управляющей программы.

Продолжительность занятия 4 / 2 часа.

Практическое занятие 4.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия: **Основные правила программирования.** Запись слов в кадрах управляющей программы. Формат кадра управляющей программы.

Продолжительность занятия 4/2 часа.

Практическое занятие 5.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия: **Структурно-информационный анализ УЧПУ разных классов.** Информационная структура систем числового программного управления станками. Виды и обозначения устройств ЧПУ. Структурно-информационный анализ УЧПУ класса NC. Системы класса SNC. Системы классов CNC, DNC, HNC. Характеристики моделей УЧПУ. Функциональные особенности моделей УЧПУ разных поколений.

Продолжительность занятия 4 / 2 часа.

Практическое занятие 6.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия: **Пульты управления станками с ЧПУ.** Символика станков с ЧПУ. Построение пультов управления станками с ЧПУ. Панели УЧПУ класса CNC.

Продолжительность занятия 4 / 2 часа.

Практическое занятие 7.

Вид практического занятия: смешанная форма занятия.

Образовательные технологии: традиционная технология.

Тема и содержание практического занятия: **Подготовка информации для управляющих программ для станков с ЧПУ.** Технологическая документация. Уровни автоматизации программирования. Составление расчетно-технологической карты. Особенности расчета траектории инструмента. Расчет координат опорных точек на контуре детали. Расчет координат опорных точек на эквидистанте.

Продолжительность занятия 8 / 2 часа.

3. Указания по проведению лабораторного практикума

Не предусмотрено учебным планом

4. Указания по проведению самостоятельной работы обучающихся

Цель самостоятельной работы: подготовить студентов к самостоятельному инженерному и научному творчеству; расширить представление об автоматизации производства и технологических процессов; систематизировать знания в области программирования станков с ЧПУ для обработки деталей машиностроения.

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1	2	3
1.	Тема 1. Общие вопросы программирования.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Этапы подготовки УП. Последовательность разработки ПУ. 2. Технологическая документация. 3. Система координат станка с ЧПУ, детали, инструмента и их связь. Примерная тематика докладов: 1. Интерполяция. 2. Особенности расчета траектории инструмента.
2.	Тема 2. Код ISO-7 бит.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций, решение задач. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Системы счисления. 2. Сведения из теории кодирования. Примерная тематика докладов: 1. Особые свойства кодирования. 2. Использование кода ISO-7 бит для УП станков с ЧПУ.
3.	Тема 3. Структура управляющих программ и	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций, решение задач. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Структура программоносителя. Примерная тематика докладов: 1. Структура УП. Запись УП. 2. Структура кадров, составление УП.
4.	Тема 4. Основные правила программирования.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций, решение задач. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Запись слов в кадрах УП. Примерная тематика докладов: 1. Формат кадров УП. 2. Виды программоносителей.

1	2	3
5.	Тема 5. Структурно-информационный анализ УЧПУ разных классов.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций, решение задач. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Комплекс «Станок с ЧПУ». 2. Системы классов NS, SNC, CNC, DNC, HNC. Примерная тематика докладов: 1. Системы класса VNC. 2. Системы управления (НЕЙРО-ФАЗЗИ).
6.	Тема 6. Пульты управления станками с ЧПУ.	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций, решение задач. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Программирование обработки деталей на сверлильных станках с ЧПУ. 2. Программирование обработки деталей на токарных станках с ЧПУ. 3. Программирование обработки деталей на фрезерных станках с ЧПУ. Примерная тематика докладов: 1. Программирование обработки деталей на многоцелевых станках с ЧПУ. 2. САП, структура, классификация. 3. Язык САП, входной язык САП, промежуточный язык «процессор-постпроцессор».
7.	Тема 7. Подготовка информации для управляющих программ для станков с ЧПУ	Самостоятельное изучение темы, подготовка докладов и презентаций, решение задач. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение: 1. Системы автоматизации программирования СПД ЧПУ. 2. Языки для управления ПР, VAL, ЯПТ. 3. Устройства подготовки данных на перфоленте Примерная тематика докладов: 1. Система «ТЕХТРАН». 2. Система CAD/CAM, CAE. 3. Рабочая инструкция: арифметическая, геометрическая, инструкция обработки подпрограммы, особые и т.д.

5. Указания по проведению контрольных работ для обучающихся очной, заочной формами обучения

5.1. Требования к структуре

Структура контрольной работы должна способствовать раскрытию темы: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы.

5.2. Требования к содержанию (основной части)

1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.

2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т.д.

3. Основная часть работы включает ответ на вопрос по варианту, который содержит решение задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.

4. Необходима иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами, результатами трехмерного моделирования и т.п.), аналитическими зависимостями (формулами).

5. Необходимо давать ссылки на используемую Вами литературу.

6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.

7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями.

8. Автор работы выступает с презентацией и устным докладом, которые отражают содержание контрольной работы.

5.3. Требования к оформлению

Объём контрольной работы – 4...10 страниц формата А4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт Times New Roman 14, красная строка 1,25).

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Гончаров А.А. Устройства программного управления в автоматизированном производстве: учебное пособие / А.А. Гончаров, Н.В. Сурба, Е.Н. Велюжинец. – Минск: РИПО, 2017. – 271 с. – ISBN 978-985-503-660-0. – Текст: электронный.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/978173>
- Режим доступа: по подписке.
2. Мещерякова В.Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учебное пособие / В.Б. Мещерякова, В.С. Стародубов. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 336 с. (Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-005081-2. – Текст: электронный.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1062069>
- Режим доступа: по подписке.
3. Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка: учеб. пособие для вузов / А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек, А.В. Аверченков [и др.]. – 3-е изд., стер. – М.: ФЛИНТА, 2017. – 358 с. – ISBN 978-5-9765-1830-8. – Текст: электронный.
- URL: <https://znanium.com/catalog/product/1042121>
- Режим доступа: по подписке.

4. Сурина Е.С. Разработка управляющих программ для системы ЧПУ: учебное пособие / Е.С. Сурина. – 2-е изд., стер. – СПб: Лань, 2021. – 268 с. – ISBN 978-5-8114-4696-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.

- URL: <https://e.lanbook.com/book/207008>

- Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Балла О.М. Обработка деталей на станках с ЧПУ: учебное пособие / О.М. Балла. – СПб: Лань, 2021. – 368 с. – ISBN 978-5-8114-6754-9. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.

- URL: <https://e.lanbook.com/book/152465>

- Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Берлинер Э.М., Таратынов О.В. САПР технолога машиностроителя: Учебник (Высшее образование: Бакалавриат). – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. – 336 с.

- URL: <https://znanium.com/catalog/product/987419>

- Режим доступа – по подписке.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- | | |
|---|---|
| 1. Российская государственная библиотека | www.rsl.ru |
| 2. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) | http://www.viniti.ru |
| 3. Государственная публичная научно-техническая библиотека | http://www.gpntb.ru |
| 4. Научная электронная библиотека eLIBRARY | http://www.elibrary.ru |
| 5. Университетская библиотека | http://www.biblioclub.ru |
| 6. Электронно-библиотечная система Znanium | http://znanium.ru |
| 7. Электронный каталог библиотеки МГОТУ «Технологический университет» | http://unitech-mo.ru/library/resources/electronic-catalogue-fta |

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Перечень программного обеспечения: MSOffice, Power Point, программные комплексы «AutoCAD», «Компас».

Информационные справочные системы:

Электронные ресурсы образовательной среды Университета.