

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Знаменский Е.А.

«___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТАНКОВ С ЧПУ ДЛЯ ПРЕЦИЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ГТД

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование технологических процессов производства авиационных, ракетных двигателей и энергетических установок
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	10	3	108	51	17	0	34	57	0	0	57	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

год набора группы: 2026

Программу составили:

Кафедра Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО _____
ВООРУЖЕНИЯ

Александров Александр Сергеевич, старший преподаватель

Кафедра Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО _____
ВООРУЖЕНИЯ

Федосов Андрей Викторович, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО
ВООРУЖЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Федосов А.В., к.т.н., доц. _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Саваровский А.А., к.т.н. _____

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТАНКОВ С ЧПУ ДЛЯ
ПРЕЦИЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ГТД**

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-5.9 — Способен применять системы автоматизации технологической подготовки производства (САМ) при решении задач профессиональной деятельности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-5.9

знания:

- методики выбора и согласования координатных систем оборудования, инструмента и детали, правила выбора опорных точек, технологических баз и последовательности обработки поверхностей на оборудовании прецизионной металлообработки с ЧПУ;
- единой системы технологической подготовки производства;

умения:

- подбирать наиболее целесообразный способ разработки УП, учитывая конструктивно-технологические параметры деталей ГТД, технические особенности оборудования прецизионной металлообработки и его системы ЧПУ, трудоемкость разработки, отладки и корректировки УП;
- определять порядок выполнения переходов с учетом особенностей проектирования операций обработки на станках с ЧПУ;

навыки:

- разработки расчетно-технологических карт и карт наладки к УП для прецизионной обработки деталей ГТД на станках с ЧПУ;
- проектирования технологических операций механической обработки на станках с ЧПУ для изготовления деталей ГТД.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТАНКОВ С ЧПУ ДЛЯ ПРЕЦИЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ГТД** является дисциплиной **части**, формируемой участниками образовательных отношений блока 1, программы подготовки по направлению 24.05.02 *Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГТД И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК, ПРОГРАММИРОВАНИЕ СТАНКОВ С ЧПУ НА ПОЛИГОНЕ G-ФУНКЦИЙ, САМ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ НА СТАНКАХ С ЧПУ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПСК-5.13 — Способен применять системы автоматизированного проектирования (CAD) при решении задач профессиональной деятельности
- ПСК-5.2 — Способен разрабатывать технологические процессы изготовления ДСЕ
- ПСК-5.4/24 — Способен разрабатывать КД на детали, изготавливаемые по аддитивным технологиям, изготавливать их и оценивать показатели качества деталей, полученных по аддитивным технологиям
- ПСК-5.8 — Способен применять системы автоматизации инженерных расчётов (CAE) при решении задач профессиональной деятельности
- ПСК-5.9 — Способен применять системы автоматизации технологической подготовки производства (CAM) при решении задач профессиональной деятельности

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, % ПСК-5.9
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		
5	10	Раздел 1. Основы автоматизации технологических процессов. Терминология и направления АПП. Организационно-технические особенности автоматизации. Стабильность процессов. Техничко-экономическое обоснование автоматизации. Применение станков с ЧПУ, многооперационных станков и гибких автоматизированных линий.	5	2	2	0	3	10
5	10	Раздел 2. Инструментальное обеспечение автоматизированного производства. Режущий инструмент. Инструментальные материалы, применяемые в автоматизированном производстве. Современные инструментальные материалы. Методы повышения работоспособности режущего инструмента. Керамика. Сверхтвердые инструментальные сплавы. Вспомогательный инструмент. Специальная оснастка.	8	4	2	2	4	10
5	10	Раздел 3. Приспособления для многооперационных станков с ЧПУ. Основные требования и классификация. Типовые схемы установки заготовок. Приспособления для обработки заготовок с четырех и пяти сторон.	8	4	2	2	4	10
5	10	Раздел 4. Наладка станков с ЧПУ. Основные этапы наладки. Выход в фиксированное положение. Установка приспособления и инструментов. Ввод программы и пробная обработка. Оценка и корректировка программы. Организация наладки и эксплуатации станков с ЧПУ.	19	10	2	8	9	15
5	10	Раздел 5. Размерная настройка станков с ЧПУ. Настройка токарных станков. Настройка фрезерных станков. Настройка инструмента вне станка.	21	10	2	8	11	15
5	10	Раздел 6. Технология программирования. Способы написания или интеграции управляющих программ. Ручное программирование. Программирование на пульте системы ЧПУ. Проблемы связанные с программированием на пульте системы ЧПУ. Базовые понятия пользовательских программ систем ЧПУ.	23	12	3	9	11	15
5	10	Раздел 7. Автоматизация контроля и диагностика технологической системы. Виды и задачи автоматизированного контроля. Надежность процесса резания. Диагностика как средство повышения надежности оборудования. Контроль состояния режущего инструмента. Размерный контроль. Адаптивное управление.	16	7	2	5	9	15
5	10	Раздел 8. Промышленные роботы - эффективное направление автоматизации в машиностроении. Системы управления промышленными роботами и их классификация. Структура промышленных роботов. Основные системы координат, используемые в робототехнике. Классификация и технические характеристики промышленных роботов. Состав, структура и компоновка роботизированных технологических комплексов. Захватные устройства промышленных роботов. Загрузочные и транспортно-накопительные устройства РТК.	8	2	2	0	6	10
Всего за 10 семестр			108	51	17	34	57	100
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Инструментальное обеспечение автоматизированного производства.	Режущий инструмент. Инструментальные материалы, применяемые в автоматизированном производстве. Современные инструментальные материалы. Методы повышения работоспособности режущего инструмента. Керамика. Сверхтвердые инструментальные сплавы. Вспомогательный инструмент. Специальная оснастка.	2
2	Раздел 3. Приспособления для многооперационных станков с ЧПУ.	Основные требования и классификация. Типовые схемы установки заготовок. Приспособления для обработки заготовок с четырех и пяти сторон	2
3	Раздел 4. Наладка станков с ЧПУ.	Основные этапы наладки токарных и фрезерных станков. Выход в фиксированное положение. Установка приспособления и инструментов. Ввод программы и пробная обработка. Оценка и корректировка программы. Организация наладки и эксплуатации станков с ЧПУ.	8
4	Раздел 5. Размерная настройка станков с	Настройка токарных станков. Настройка фрезерных станков. Настройка инструмента вне станка. Размерная настройка станков	8

	ЧПУ.	с ЧПУ.	
5	Раздел 6. Технология программирования.	Ручное программирование. Программирование на пульте системы ЧПУ. Проблемы связанные с программированием на пульте системы ЧПУ. Базовые понятия пользовательских программ систем ЧПУ. Написание управляющих программ для токарных и фрезерных станков.	9
6	Раздел 7. Автоматизация контроля и диагностика технологической системы.	Виды и задачи автоматизированного контроля. Надежность процесса резания. Диагностика как средство повышения надежности оборудования. Контроль состояния режущего инструмента. Размерный контроль. Адаптивное управление. Размерный контроль.	5
Всего за 10 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основы автоматизации технологических процессов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	3
2	Раздел 2. Инструментальное обеспечение автоматизированного производства.	Подготовка к практическим занятиям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
3	Раздел 3. Приспособления для многооперационных станков с ЧПУ.	Подготовка к практическим занятиям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
4	Раздел 4. Наладка станков с ЧПУ.	Подготовка к практическим занятиям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	9
5	Раздел 5. Размерная настройка станков с ЧПУ.	Подготовка к практическим занятиям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	11
6	Раздел 6. Технология программирования.	Подготовка к практическим занятиям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	11
7	Раздел 7. Автоматизация контроля и диагностика технологической системы.	Подготовка к практическим занятиям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	9
8	Раздел 8. Промышленные роботы - эффективное направление автоматизации в машиностроении.	Подготовка к практическим занятиям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
Всего за 10 семестр			57

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
10			ВПЗ		ВПЗ	ДР		ВПЗ		ДР	ВПЗ		ВПЗ		ВПЗ	ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;

- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Жолобов, Ж. А. Мрочек, А. В. Аверченков. . Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка. Москва: Флинта, 2017, эл. рес.
2. А. Н. Жидяев, С. Р. Абульханов. . Наладка и обработка на станках с ЧПУ. Самара: СамГУ, 2020, эл. рес.
3. А. С. Александров, Д. В. Васильков, В. В. Голикова. . Программирование для системы ЧПУ Fanuc Oi. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 42 экз.
4. А. Ф. Александров, Ю. М. Зубарев, А. В. Приёмшевы. . Технология автоматизированного машиностроения. Технологическая подготовка, оснастка, наладка и эксплуатация многооперационных станков с ЧПУ. Санкт-Петербург: Лань, 2021, эл. рес.
5. И. Ф. Звонцов, К. М. Иванов, П. П. Серебrenицкий. . Разработка управляющих программ для оборудования с ЧПУ. Санкт-Петербург: Лань, 2021, эл. рес.
6. О. М. Балла. . Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
7. Р. М. Мубаракшин. . Инновационные технологии и оборудование для производства ответственных деталей газотурбинных двигателей. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
8. С. Р. Абульханов. . Системы ЧПУ металлорежущих станков. Самара: СамГУ, 2021, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. . Выполнение курсового проекта по разработке технологического процесса и проектированию роботизированного производственного участка механической обработке деталей. СПб.: НИЦ АРТ, 2022, 1 экз.
2. . Проектирование роботизированного производственного участка механической обработки. СПб.: НИЦ АРТ, 2020, 1 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
3. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
4. <https://ibooks.ru> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
5. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474 — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТАНКОВ С ЧПУ ДЛЯ ПРЕЦИЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ГТД** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-5.9 Способен применять системы автоматизации технологической подготовки производства (САМ) при решении задач профессиональной деятельности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с осуществлением подготовки управляющих программ к отладке и их отработку на оборудовании прецизионной металлообработки с числовым программным управлением.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Основы автоматизации технологических процессов.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Р. М. Мубаракшин. . Инновационные технологии и оборудование для производства ответственных деталей газотурбинных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1, 2, 3, 5) О. М. Балла. . Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1) А. А. Жолобов, Ж. А. Мрочек, А. В. Аверченков. . Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка: Москва: Флинта, 2017 (1, 2) А. Ф. Александров, Ю. М. Зубарев, А. В. Приёмывшев. . Технология автоматизированного машиностроения. Технологическая подготовка, оснастка, наладка и эксплуатация многооперационных станков с ЧПУ: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (1)	3
Итого по разделу 1		3
Раздел 2. Инструментальное обеспечение автоматизированного производства.		
Подготовка к практическим занятиям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	О. М. Балла. . Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (2, 3, 4) А. А. Жолобов, Ж. А. Мрочек, А. В. Аверченков. . Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка: Москва: Флинта, 2017 (3) А. Ф. Александров, Ю. М. Зубарев, А. В. Приёмывшев. . Технология автоматизированного машиностроения. Технологическая подготовка, оснастка, наладка и эксплуатация многооперационных станков с ЧПУ: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (6)	4
Итого по разделу 2		4
Раздел 3. Приспособления для многооперационных станков с ЧПУ.		
Подготовка к практическим занятиям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	О. М. Балла. . Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (6) А. Ф. Александров, Ю. М. Зубарев, А. В. Приёмывшев. . Технология автоматизированного машиностроения. Технологическая подготовка, оснастка, наладка и эксплуатация многооперационных станков с ЧПУ: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (5)	4

Итого по разделу 3		4
Раздел 4. Наладка станков с ЧПУ.		
Подготовка к практическим занятиям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	А. Н. Жидяев, С. Р. Абульханов. . Наладка и обработка на станках с ЧПУ: Самара: СамГУ, 2020 (6) А. Ф. Александров, Ю. М. Зубарев, А. В. Приёмьшев. . Технология автоматизированного машиностроения. Технологическая подготовка, оснастка, наладка и эксплуатация многооперационных станков с ЧПУ: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (2)	9
Итого по разделу 4		9
Раздел 5. Размерная настройка станков с ЧПУ.		
Подготовка к практическим занятиям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	А. Ф. Александров, Ю. М. Зубарев, А. В. Приёмьшев. . Технология автоматизированного машиностроения. Технологическая подготовка, оснастка, наладка и эксплуатация многооперационных станков с ЧПУ: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (3)	11
Итого по разделу 5		11
Раздел 6. Технология программирования.		
Подготовка к практическим занятиям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	С. Р. Абульханов. . Системы ЧПУ металлорежущих станков: Самара: СамГУ, 2021 (7) А. А. Жолобов, Ж. А. Мрочек, А. В. Аверченков. . Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка: Москва: Флинта, 2017 (6) И. Ф. Звонцов, К. М. Иванов, П. П. Серебrenицкий. . Разработка управляющих программ для оборудования с ЧПУ: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (5, 6) А. С. Александров, Д. В. Васильков, В. В. Голикова. . Программирование для системы ЧПУ Fanuc Oi: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (3, 4, 5, 6)	11
Итого по разделу 6		11
Раздел 7. Автоматизация контроля и диагностика технологической системы.		
Подготовка к практическим занятиям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	А. А. Жолобов, Ж. А. Мрочек, А. В. Аверченков. . Станки с ЧПУ: устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка: Москва: Флинта, 2017 (9) Р. М. Мубаракшин. . Инновационные технологии и оборудование для производства ответственных деталей газотурбинных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (7, 8, 9, 10) А. Ф. Александров, Ю. М. Зубарев, А. В. Приёмьшев. . Технология автоматизированного машиностроения. Технологическая подготовка, оснастка, наладка и эксплуатация многооперационных станков с ЧПУ: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (4)	9
Итого по разделу 7		9
Раздел 8. Промышленные роботы - эффективное направление автоматизации в машиностроении.		
Подготовка к практическим занятиям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	. Проектирование роботизированного производственного участка механической обработки: СПб.: НИЦ АРТ, 2020 (3) А. Ф. Александров, Ю. М. Зубарев, А. В. Приёмьшев. . Технология автоматизированного машиностроения. Технологическая подготовка, оснастка, наладка и эксплуатация многооперационных станков с ЧПУ: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (7) . Выполнение курсового проекта по разработке технологического процесса и проектированию роботизированного производственного участка механической обработке деталей: СПб.: НИЦ АРТ, 2022 (3)	6

Итого по разделу 8	6
--------------------	---

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы к дифференцированному зачету;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Вопросы к дифференцированному зачету

Вопросы к дифференцированному зачету составляются на основе рабочей программы дисциплины и охватывают ее разделы и темы. Они должны целостно отражать объем проверяемых теоретических и практических знаний. Вопросы носят равноценный характер. Формулировки вопросов должны быть четкими, краткими, понятными, исключающими двойное толкование. На основе разработанного и объявленного студентам перечня вопросов к дифференцированному зачету составляются опросные листы. Вопросы расположены в УМК дисциплины.

Вопросы/задания по темам ПЗ

Вопросы и задания по темам практических занятий представлены в УМК дисциплины.

1. Шкала оценивания: «отлично».

Критерии оценивания: Обучающийся выполнил задание в полном объеме. Работа характеризуется полнотой проработки всех разделов содержательной части. Обучающийся свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании. На все вопросы дает правильные и обоснованные ответы, убедительно защищает свою точку зрения.

2. Шкала оценивания: «хорошо».

Критерии оценивания: Обучающийся выполнил задание в полном объеме. Работа характеризуется глубиной проработки всех разделов содержательной части. Обучающийся владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя. На большинство вопросов дает правильные ответы. Защищает свою точку зрения достаточно обоснованно.

3. Шкала оценивания: «удовлетворительно».

Критерии оценивания: Обучающийся выполнил задание в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов. Обучающийся усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя (без инициативы и самостоятельности) применяет его практически. На вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки. Неуверенно защищает свою точку зрения.

4. Шкала оценивания: «неудовлетворительно».

Критерии оценивания: Обучающийся не может защитить свои решения, допускает грубые ошибки при ответах на вопросы или не отвечает на них.

Шкалы оценивания «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» соответствуют отметке «зачтено».

Шкала оценивания «не удовлетворительно» соответствует отметке «не зачтено».

Дифференцированный зачет

Экзамен включает в себя ответ на 3 теоретических вопроса из билета.

Оценка «отлично»:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;
- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;

- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «хорошо»:

- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;
- использование научной терминологии, лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;
- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «удовлетворительно»:

- достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные задачи;
- работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий
- достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «неудовлетворительно»:

- фрагментарные знания по дисциплине;
- отказ от ответа (выполнения письменной работы);
- знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;
- неумение использовать научную терминологию;
- наличие грубых ошибок;
- низкий уровень культуры исполнения заданий;
- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-5.9	
5	10	Раздел 1. Основы автоматизации технологических процессов.	5	2	2	0	3	10	Вопросы к дифференцированному зачету
5	10	Раздел 2. Инструментальное обеспечение автоматизированного производства.	8	4	2	2	4	10	Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету
5	10	Раздел 3. Приспособления для многооперационных станков с ЧПУ.	8	4	2	2	4	10	Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету
5	10	Раздел 4. Наладка станков с ЧПУ.	19	10	2	8	9	15	Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету
5	10	Раздел 5. Размерная настройка станков с ЧПУ.	21	10	2	8	11	15	Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету
5	10	Раздел 6. Технология программирования.	23	12	3	9	11	15	Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету
5	10	Раздел 7. Автоматизация контроля и диагностика технологической системы.	16	7	2	5	9	15	Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету
5	10	Раздел 8. Промышленные роботы - эффективное направление автоматизации в машиностроении.	8	2	2	0	6	10	Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 10 семестр			108	51	17	34	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	

**Оценочные материалы по дисциплине ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И
ЭКСПЛУАТАЦИЯ СТАНКОВ С ЧПУ ДЛЯ ПРЕЦИЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ГТД**

**ПСК-5.9 - Способен применять системы автоматизации технологической подготовки
производства (САМ) при решении задач профессиональной деятельности**

№ 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

При технико-экономическом обосновании (ТЭО) автоматизации технологического процесса обработки партии деталей «вал-шестерня» на этапе наладки станка с ЧПУ ключевым фактором, влияющим на срок окупаемости, является:

- А. Максимальная частота вращения шпинделя станка.
- Б. Тип системы ЧПУ (открытая или закрытая).
- В. Суммарное время внецикловых простоев (наладка, смена инструмента, контроль, переналадка).
- Г. Наличие встроенной системы диагностики подшипников шпинделя.
- Д. Мощность привода главного движения.
- Е. Цвет графического интерфейса пульта управления.

№ 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

При размерной настройке инструмента вне станка для многооперационного станка с ЧПУ, обрабатывающего заготовку из закаленной стали (HRC 55), наиболее рациональным инструментальным материалом для чернового фрезерования паза, обеспечивающим стабильность процесса и минимальный разброс размеров, является:

- А. Быстрорежущая сталь P6M5.
- Б. Твердый сплав BK8 (группа вольфрамо-кобальтовая).
- В. Минералокерамика на основе оксида алюминия (BOK-60).
- Г. Поликристаллический сверхтвердый материал на основе кубического нитрида бора (киборит, PCBN).
- Д. Алмазный поликристалл (АСПК).
- Е. Твердый сплав TT10K5 (титано-вольфрамо-кобальтовая группа с добавкой тантала).

№ 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

При программировании обработки на пульте системы ЧПУ (ручное написание кода) для роботизированного технологического комплекса (РТК), включающего станок и промышленный робот-загрузчик, какая проблема наиболее характерна и требует особого внимания для предотвращения аварийных ситуаций?

- А. Недостаточная частота дискретизации энкодеров на осях робота.
- Б. Отсутствие подсветки рабочей зоны станка.
- В. Неправильная синхронизация циклов работы станка и робота (согласование M-кодов и ожиданий).
- Г. Сложность записи дуговых интерполяций (G02/G03) на пульте.
- Д. Ограниченный объем памяти пульта для хранения макропеременных.
- Е. Необходимость каждый раз перекомпилировать программу после правки одного кадра.

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор

ответов

Какие из перечисленных факторов непосредственно повышают стабильность автоматизированного технологического процесса при обработке на станке с ЧПУ в составе роботизированного технологического комплекса (РТК)?

- А. Использование инструментальной настройки вне станка (в специальном приборе-измерителе).
- Б. Применение адаптивного управления (АСУ) по моменту резания или мощности.
- В. Ручная замена затупившегося инструмента без остановки станка.
- Г. Встроенная диагностика состояния режущего инструмента (акустическая эмиссия, датчики силы).
- Д. Максимальное увеличение подачи для сокращения основного времени.
- Е. Периодический контроль размера детали оператором с помощью штангенциркуля.

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Для обеспечения надежного автоматического контроля размеров при обработке на многооперационном станке с ЧПУ (обработка с четырех и пяти сторон) необходимо использовать следующие инструментальные и технологические решения:

- А. Датчики касания (щупы) для автоматического измерения заготовки и детали в станке.
- Б. Быстрорежущую сталь для всех видов черновой обработки.
- В. Универсальные винтовые прихваты без позиционирования.
- Г. Эталонные оправки и калибры для автоматической подналадки инструмента.
- Д. Специальные приспособления с системой эталонных поверхностей и постоянной базой.
- Е. Отказ от системы промывки стружки для упрощения наладки.

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

При организации наладки и эксплуатации станка с ЧПУ в составе РТК с промышленным роботом, какие этапы и действия являются обязательными для безопасного и корректного запуска производственного цикла?

- А. Выход всех осей станка и робота в фиксированное положение (reference point).
- Б. Ручная правка управляющей программы непосредственно во время обработки первой детали.
- В. Пробная обработка тестовой детали (или первой детали) в пошаговом режиме с пониженной подачей.
- Г. Ввод программы в систему ЧПУ и ее графическая верификация (симуляция траекторий).
- Д. Отключение всех датчиков дверей и кожухов для ускорения наладки.
- Е. Согласование М-кодов станка с сигналами разрешения входа/выхода робота.

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите правильную последовательность этапов наладки станка с ЧПУ и ввода его в эксплуатацию в составе роботизированного технологического комплекса (РТК) перед запуском первой детали.

- А. Ввод управляющей программы в систему ЧПУ.
- Б. Размерная настройка режущего инструмента вне станка (в приборе-измерителе).
- В. Выход всех осей станка и робота в фиксированное положение (reference point).
- Г. Пробная обработка тестовой детали в пошаговом режиме с пониженной подачей.
- Д. Установка приспособления и предварительно настроенного инструмента на станок.
- Е. Согласование М-кодов станка с сигналами разрешения входа/выхода робота.

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите правильную последовательность действий при размерной настройке и автоматическом контроле для обработки заготовки на многооперационном станке с ЧПУ (обработка с четырех сторон).

- А. Запуск автоматического цикла измерения готовой детали встроенным щупом.
- Б. Настройка режущего инструмента вне станка с использованием эталонных оправок.
- В. Автоматическая подналадка инструмента по результатам измерения первой детали.
- Г. Калибровка измерительного щупа по эталонной поверхности приспособления.
- Д. Установка заготовки в специальное приспособление с постоянной базой.
- Е. Пробное измерение заготовки щупом для определения фактических «нулей» по осям.

№ 9 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между типом оборудования, оснастки или метода автоматизации и

их основным назначением в автоматизированном производстве.

Оборудование / оснастка / метод	Назначение
1. Размерная настройка инструмента вне станка.	А. Обеспечение повторяемости установки заготовки при поворотах на 4 и 5 сторон.
2. Адаптивное управление (АСУ) по моменту резания.	Б. Сокращение времени наладки и исключение разброса вылета инструмента.
3. Специальное приспособление с постоянной базой.	В. Автоматическое обнаружение затупления или поломки инструмента.
4. Встроенная диагностика состояния режущего инструмента.	Г. Синхронизация работы станка и промышленного робота.
5. Согласованные М-коды станка и робота.	Д. Стабилизация процесса резания при изменении припуска или твердости материала.
6. Гибкая автоматизированная линия (ГАЛ).	Е. Объединение станков с ЧПУ и транспортных систем для обработки разных деталей без переналадки.

№ 10 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между проблемой или особенностью автоматизированного производства и способом её решения или связанным с ней понятием.

Проблема / особенность	Способ решения / понятие
1. Невозможность оператора в реальном времени контролировать затупление инструмента в закрытой рабочей зоне.	А. Применение сверхтвердых материалов (PCBN, киборит).
2. Разброс размеров из-за биения инструмента при автоматической смене.	Б. Программирование на пульте системы ЧПУ (ручное написание кода).
3. Обработка закаленной стали (HRC 55) требует высокой размерной стойкости инструмента.	В. Эталонные оправки и автоматическая подналадка.
4. Необходимость быстрой	Г. Автоматический контроль состояния инструмента (датчики силы, акустическая эмиссия).

переналадки на
новую деталь
без смены
приспособления.

5. Риск

столкновения

работа со
шпинделем из-
за ошибок в
логике работы.

Д. Универсально-сборные приспособления (УСП) или модульные
зажимы.

6. Сложность

отладки

сложных
траекторий без
реального
резания.

Е. Согласование М-кодов и сигналов разрешения входа/выхода
робота.

№ 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

На участке многооперационных станков с ЧПУ при обработке партии корпусных деталей из легированной стали (HRC 52) наблюдается нестабильность размеров отверстий: через каждые 10–15 деталей диаметр «уходит» из поля допуска, что требует остановки станка, подналадки инструмента и повторного контроля. Оператор не успевает обслуживать три станка, и простой растут. Предложите одно технологическое или организационное решение, устраняющее корень проблемы, и кратко обоснуйте, почему оно эффективно для автоматизированного производства.

№ 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В роботизированном технологическом комплексе (РТК) на базе пятиосевого фрезерного станка с ЧПУ при обработке сложной детали с четырех сторон происходит периодическое смещение системы координат после автоматической смены заготовки промышленным роботом, из-за чего инструмент врезается в приспособление или появляется брак по расположению отверстий. Назовите наиболее вероятную причину этой проблемы и предложите одно решение, связанное с наладкой или оснасткой.