МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор-проректор по учебной работе
_____ / Д.Е. Овчинников
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ФТД.05 «Методы оптимизации производства изделий»

Код и направление подготовки (специальность)	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Направленность (профиль)	Цифровые и сервисные технологии в станкостроении и металлообработке
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2023
Институт / факультет	Факультет машиностроения, металлургии и транспорта
Выпускающая кафедра	кафедра "Технология машиностроения, станки и инструменты"
Кафедра-разработчик	кафедра "Технология машиностроения, станки и инструменты"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет с оценкой

Самара 2023

ФТД.05 «Методы оптимизации производства изделий»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 1044 от 17.08.2020 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Старший преподаватель	В.Н Воронин
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)

Заведующий кафедрой	А.Р. Галлямов, кандидат технических наук
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	А.Р Галлямов, кандидат технических наук
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	А.Ф. Денисенко, доктор технических наук, профессор
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 6
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 6
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 7
4.1 Содержание лекционных занятий 7
4.2 Содержание лабораторных занятий 9
4.3 Содержание практических занятий 9
4.4. Содержание самостоятельной работы 11
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 11
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 12
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 13
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 13
9. Методические материалы 13
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 15

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-6 Разработка технологии механосборочного производства в машиностроении	ПК-6.1 Выполняет работы по разработке технологических процессов механической обработки на основе анализа чертежей деталей, технических требований и норм точности	Владеть навыками оптимизации расчета припусков и выбора режимов резания и норм времени; навыками оформления маршрутно-операционных карт по ЕСТД
			Знать правила анализа чертежей и норм точности (ЕСДП); основы базирования и типовые техпроцессы
			Уметь читать чертежи и выбирать оптимальные методы получения заготовки, выбирать режущий инструмент, оборудование и приспособления; рассчитывать припуски на механическую обработку, режимы резания и нормы времени
		ПК-6.2 Выполняет работы по разработке технологических процессов сборки изделий на основе анализа чертежей деталей, технических требований и норм точности	Владеть навыками оптимизации расчета размерных цепей; навыками выбора посадок и допусков; навыками заполнения операционных карт сборки
			Знать виды соединений и методы сборки; основы размерного анализа (размерные цепи); правила чтения сборочных чертежей (ЕСКД)
			Уметь Уметь читать сборочный чертеж и спецификацию; определять последовательность сборки; выбирать метод достижения точности (пригонка/регулировка)

		ПК-6.3 Выполняет работы по разработке технологических процессов механической обработки и сборки на основе компьютерных 3D моделей деталей	Владеть навыками работы в системе САПР ТП; навыками импорта данных в ТП из 3D-моделей деталей; навыками использования библиотек решений и аналогов в процессе разработки ТП; навыками технологических расчетов; навыками формирования технологической документации средствами САПР ТП по ЕСТД.
			Знать назначение и функции САПР ТП; методы проектирования ТП (Метод адресации к унифицированным (типовым или групповым) технологическим процессам (УТП); Метод синтеза технологических процессов); принципы интеграции САПР ТП с CAD-системами; способы автоматизированного нормирования и расчета режимов резания;
			Уметь создавать ТП средствами САПР ТП и подключать 3D-модели; импортировать параметры из геометрической модели в текст переходов; применять библиотеки решений в процессе разработки ТП; выполнять расчеты режимов и нормирования времени;
		ПК-6.4 Использует возможности PDM и MDM-системы организации для формирования баз технологических знаний организации, осуществляет контроль за ведением баз данных при выборе средств технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов	Владеть навыками работы в MDM-системе(поиск, просмотр); навыками работы ведения баз технологических решений; навыками контроля выбора средств оснащения; навыками проверки актуальности НСИ

			Знать назначение и функции PDM и MDM-систем; структуру баз технологических знаний; состав НСИ в MDM-системе; методы поиска и выбора средств оснащения; порядок ведения и контроля БД
			Уметь выполнять поиск в MDM-системе; выбирать оборудование и инструменты из БД; использовать PDM для анализа аналогов; формировать базы технологических знаний; контролировать корректность выбора оборудования и инструмента из БД

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **блок факультативных дисциплин**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-6	Практико-ориентированный проект	Практико-ориентированный проект	Архитектура цифрового производства и методы организации; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: преддипломная практика

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	7 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	48	48
Лекции	16	16
Практические занятия	32	32
Внеаудиторная контактная работа, КСР	3	3

Самостоятельная работа (всего), в том числе:	57	57
подготовка к зачету	57	57
Итого: час	108	108
Итого: з.е.	3	3

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Оптимизация основных технологических задач	16	0	0	19	35
2	Цифровые инструменты оптимизации технологических процессов	0	0	32	38	70
	КСР	0	0	0	0	3
	Итого	16	0	32	57	108

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	**Содержание лекции** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
7 семестр				
1	Оптимизация основных технологических задач	Организационная оптимизация. Выбор типа производства и структура технологической документации (ЕСТД)	Виды производства (единичное, серийное, массовое) как фактор выбора стратегии оптимизации. Такт выпуска и коэффициент закрепления операций — количественные критерии для классификации. Структура ЕСТД (маршрутные и операционные карты) как инструмент фиксации оптимальной последовательности переходов. Кодирование операций и условные обозначения — стандартизация, упрощающая автоматизированный перебор вариантов.	2
2	Оптимизация основных технологических задач	Оптимизация базирования и геометрической технологичности конструкции	Правило шести точек. Оптимизация схем установки (плоскость, центры, цилиндр). Принцип единства баз как условие минимизации погрешности базирования. Расчет погрешности базирования при несовпадении баз — задача минимизации смещения. Анализ технологичности формы: оценка доступности инструмента и жесткости для оптимального съема припуска.	2

3	Оптимизация основных технологических задач	Оптимизация выбора материала и оценка его обрабатываемости	Расшифровка марок сталей, чугунов, сплавов. Влияние легирования на резание. Показатели обрабатываемости: твердость, теплопроводность, наклеп. Технологические пробы (свариваемость, жидкотекучесть) как ограничения при выборе оптимальной заготовки. Взаимосвязь материала и стойкости инструмента — основа для выбора оптимальной скорости резания.	2
4	Оптимизация основных технологических задач	Параметрическая оптимизация режущего инструмента. Выбор геометрии и углов резца	Назначение переднего, заднего углов и главного угла в плане как задача многокритериальной оптимизации. Влияние геометрии на теплоотвод и стружкообразование. Радиус при вершине как фактор оптимизации шероховатости (Ra/Rz).	2
5	Оптимизация основных технологических задач	Оптимизация себестоимости и трудоемкости. Расчет норм времени и анализ потерь (КИМ)	Коэффициент использования материала (КИМ) — прямой показатель оптимальности заготовительной операции. Структура технической нормы времени (То, Тв, Тобс). Формулы для расчета основного времени — целевая функция для минимизации. Шероховатость поверхности (Ra, Rz) как ограничение, влияющее на выбор подачи при оптимизации. Расчет подготовительно-заключительного времени для оптимизации размера партии.	2
6	Оптимизация основных технологических задач	Структурная оптимизация. Выбор вида заготовки, оборудования и места термообработки	Метод дерева решений для выбора оптимального маршрута получения детали. Критерий выбора заготовки: минимум суммы (стоимость заготовки + обработка). Типаж станков и их технологические возможности как ограничения для оптимизации маршрута. Понятие термообработки: предварительная (для улучшения резания) и окончательная — оптимизация структуры металла.	2
7	Оптимизация основных технологических задач	Оптимизация режимов резания. Расчет скоростей, подач и мощности	Формулы для расчета скорости резания (V), подачи (S) и глубины (t). Метод множителей Лагранжа для решения условной оптимизации с ограничениями по силе и мощности. Кинематика обработки: точение, фрезерование, сверление — учет разной динамики в формулах. Выбор оптимального способа резьбообразования (накатка, нарезание) по критерию производительности.	2

8	Оптимизация основных технологических задач	Критерии эффективности и оптимизация процесса сборки	Особенности сборки как завершающего этапа производства. Доля сборочных работ в общей трудоемкости (до 30–50%). Классификация сборочных соединений: неподвижные разъемные (резьбовые, шпоночные), неподвижные неразъемные (сварка, пайка, клепка), подвижные. Методы сборки: полная взаимозаменяемость, неполная взаимозаменяемость, селективная сборка, пригонка. Критерии выбора метода. Оптимизация размерных цепей: метод максимума-минимума, вероятностный метод, метод регулировки компенсаторами. Последовательность сборки: сборочный чертеж, технологическая схема сборки, маршрутная карта сборки. Средства механизации и автоматизации сборки: сборочные автоматы, промышленные роботы, сборочные конвейеры. Экономическая оценка: сравнение стоимости сборки при разных методах обеспечения точности.	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

4.2 Содержание лабораторных занятий

Учебные занятия не реализуются.

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема практического занятия**	**Содержание практического занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
7 семестр				
1	Цифровые инструменты оптимизации технологических процессов	Цифровые инструменты геометрического моделирования.	Цифровые технологии поддержки проектирования. CAD-системы. Методы получения геометрических моделей. Форматы данных.	2
2	Цифровые инструменты оптимизации технологических процессов	Прямое геометрическое моделирование и ассоциативные связи.	Инструменты прямого геометрического моделирования. Ассоциативность и связывание геометрических моделей. Практические примеры применения ассоциативности на этапах жизненного цикла проектирования изделия	2

3	Цифровые инструменты оптимизации технологических процессов	Ассоциативное построение электронной модели заготовки на основе электронной модели детали.	Ассоциативное копирование геометрии детали. Преобразование геометрии детали. Построение припусков на детали. Аннотирование геометрической модели.	2
4	Цифровые инструменты оптимизации технологических процессов	Ассоциативное черчение.	Разработка ассоциативного чертежа/эскиза по геометрической модели. Построение видов, разрезов, сечений и т.п. Размеры и аннотации на чертеже.	2
5	Цифровые инструменты оптимизации технологических процессов	Оптимизация цифрового двойника изделия.	Методы и цели оптимизации цифрового двойника изделия. Оценка технологичности детали. Влияние типа производства на технологичность конструкции.	2
6	Цифровые инструменты оптимизации технологических процессов	Цифровые инструменты оптимизации технологических процессов	Методы и цели оптимизации технологических процессов. Принципы выбора заготовки. Концентрация и дифференциация операций. Особенности оптимизации технологического процесса при применении оборудования с ЧПУ.	2
7	Цифровые инструменты оптимизации технологических процессов	Графическое оформление технологической документации.	Разработка графических документов технологических операций. Принципы и особенности построения технологических эскизов. Нормативная база	2
8	Цифровые инструменты оптимизации технологических процессов	Оценка эффективности оптимизации производства изделия.	Оценка технико- экономического эффекта реализации технологического процесса. Расчёт себестоимости обработки на основе стоимости станко-часа.	2
9	Цифровые инструменты оптимизации технологических процессов	Цифровая платформа оптимизированной технологической подготовки изделия: интерфейс и НСИ систем САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ» и ПОЛИНОМ: MDM	Структура организации работы САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ». Интерфейс системы. Общие сведения о ПОЛИНОМ: MDM. Настройка интерфейса САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ» под задачи оптимизации.	2
10	Цифровые инструменты оптимизации технологических процессов	Управление нормативно-справочной информацией (НСИ) в ПОЛИНОМ: MDM	Работа со справочными данными в системе ПОЛИНОМ: MDM. Формирование множественной классификации. Настройка применяемости для нескольких объектов.	2
11	Цифровые инструменты оптимизации технологических процессов	Структурная оптимизация: дерево технологического процесса. Работа с технологическими справочниками	Формирование цифрового двойника технологического процесса. Методы редактирования структурных данных ТП. Методы работа с технологическими справочными данными. Формирование персональных справочников технологических работников.	2
12	Цифровые инструменты оптимизации технологических процессов	Графическая оптимизация	Методика работы с геометрической информацией в системе САПР ТП. Способы оптимизации работы технолога при импорте данных с графических документов и экспорте данных в графические документы с ТП.	2

13	Цифровые инструменты оптимизации технологических процессов	Оптимизация переходов и технологических команд	Методика работы при разработке технологических переходов. Автоматизация при проектировании операций.	2
14	Цифровые инструменты оптимизации технологических процессов	Расчётная оптимизация: режимы резания и нормирование	Методы расчёта режимов резания: критерии оптимизации (производительность, себестоимость). Выбор инструмента из справочника. Расчёт основного и вспомогательного времени, Тшт, Тпз.	2
15	Цифровые инструменты оптимизации технологических процессов	Оптимизация разработки Операций с ЧПУ	Методика разработки операций с программным управлением. Особенности формирования операции. Расчетные компоненты операции.	2
16	Цифровые инструменты оптимизации технологических процессов	Формирование оптимизированной технологической документации	Методика работы с мастером формирования технологической документации. Особенности настройки параметров вывода ТП. Управление технологической документацией.	2
			Итого за семестр:	**32**
			Итого:	**32**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	**Вид самостоятельной работы**	**Содержание самостоятельной работы** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов**
7 семестр			
Оптимизация основных технологических задач	Подготовка к зачету	Самостоятельное изучение лекционного материала	19
Цифровые инструменты оптимизации технологических процессов	Подготовка к зачету	Самостоятельное выполнение заданий в соответствии с темами практических работ	38
		Итого за семестр:	**57**
		Итого:	**57**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	**Библиографическое описание**	**Ресурс НТБ СамГТУ** (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		

1	Автоматизация технологических процессов и подготовки производства в машиностроении : учебник для студентов высших учебных заведений / П. М. Кузнецов, В. В. Борзенков, Н. П. Дьяконова [и др.]; под редакцией П. М. Кузнецова..- Старый Оскол, ТНТ, 2024.- 511 с.	Книжный фонд
2	Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т./ под ред.: А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова.- М.: Машиностроение // Т.1 .- 1986.- 655 с.	Книжный фонд
3	Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т./ под ред.: А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова.- М.: Машиностроение // Т.2 .- 1986.- 495 с.	Книжный фонд
Дополнительная литература		
4	Норенков, И.П. Основы автоматизированного проектирования : Учеб. / И. П. Норенков .- 3-е изд.,перераб.и доп..- М., Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2006.- 447 с.	Книжный фонд
5	Схиртладзе, А.Г. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : Учеб. / А.Г.Схиртладзе,В.Н.Воронов,В.П.Борискин .- 3-е изд.,перераб.и доп..- Старый Оскол, ТНТ, 2009.- 611 с.	Книжный фонд
Учебно-методическое обеспечение		
6	Воронин, В.Н. Ч.2: Технологическая подготовка производства на основе CAD CAM систем : Электрон.изд. / В. Н. Воронин; Самар.гос.техн.ун-т, Технология машиностроения.- Самара, 2014.- 18 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||1068	Электронный ресурс
7	Горяинов, Д.С. Токарная обработка в SIEMENS NX 9 : учебное пособие / Д. С. Горяинов; Самарский государственный технический университет, Технология машиностроения, станки и инструменты.- Самара, 2023.- 125 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||5991	Электронный ресурс
8	Черепашков, А.А. Автоматизированное проектирование технологических процессов : практикум / А. А. Черепашков, В. Н. Воронин; Самар.гос.техн.ун-т, Технология машиностроения.- Самара, 2011.- 119 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||1331	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	САПР «Компас-3D»	АСКОН (Отечественный)	Лицензионное
2	САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ»	АСКОН (Отечественный)	Лицензионное
3	Microsoft Windows 10 Professional операционная система	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

4	ONLYOFFICE	Ascensio System SIA (Зарубежный)	Свободно распространяемое

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Компьютерра Онлайн: журнал [Электронный ресурс]	http://www.computerra.ru/	Ресурсы открытого доступа
2	Лекция : " Проектирование систем искусственного интеллекта "	http://www.intuit.ru/department/expert/artintell/	Ресурсы открытого доступа
3	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/	Ресурсы открытого доступа
4	eLIBRARY.ru	http://www.eLIBRARY.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа

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

Лекционные занятия

- комплект электронных презентаций/слайдов (при наличии);
- аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия

Практические занятия проводятся в «Центре компьютерного проектирования», оснащенном компьютерами со специальным программным обеспечением.

Самостоятельная работа

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены рабочие места в читальных залах научно-технической библиотеки и компьютерных классах ресурсы информационно-вычислительного центра ФГБОУ ВО «СамГТУ», оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной информационной образовательной среде.

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно

значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
ФТД.05 «Методы оптимизации производства изделий»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
ФТД.05 «Методы оптимизации производства изделий»

Код и направление подготовки (специальность)	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Направленность (профиль)	Цифровые и сервисные технологии в станкостроении и металлообработке
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2023
Институт / факультет	Факультет машиностроения, металлургии и транспорта
Выпускающая кафедра	кафедра "Технология машиностроения, станки и инструменты"
Кафедра-разработчик	кафедра "Технология машиностроения, станки и инструменты"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет с оценкой

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-6 Разработка технологии механосборочного производства в машиностроении	ПК-6.1 Выполняет работы по разработке технологических процессов механической обработки на основе анализа чертежей деталей, технических требований и норм точности	Владеть навыками оптимизации расчета припусков и выбора режимов резания и норм времени; навыками оформления маршрутно-операционных карт по ЕСТД
			Знать правила анализа чертежей и норм точности (ЕСДП); основы базирования и типовые техпроцессы
			Уметь читать чертежи и выбирать оптимальные методы получения заготовки, выбирать режущий инструмент, оборудование и приспособления; рассчитывать припуски на механическую обработку, режимы резания и нормы времени
		ПК-6.2 Выполняет работы по разработке технологических процессов сборки изделий на основе анализа чертежей деталей, технических требований и норм точности	Владеть навыками оптимизации расчета размерных цепей; навыками выбора посадок и допусков; навыками заполнения операционных карт сборки
			Знать виды соединений и методы сборки; основы размерного анализа (размерные цепи); правила чтения сборочных чертежей (ЕСКД)
			Уметь Уметь читать сборочный чертеж и спецификацию; определять последовательность сборки; выбирать метод достижения точности (пригонка/регулировка)

		ПК-6.3 Выполняет работы по разработке технологических процессов механической обработки и сборки на основе компьютерных 3D моделей деталей	Владеть навыками работы в системе САПР ТП; навыками импорта данных в ТП из 3D-моделей деталей; навыками использования библиотек решений и аналогов в процессе разработки ТП; навыками технологических расчетов; навыками формирования технологической документации средствами САПР ТП по ЕСТД.
			Знать назначение и функции САПР ТП; методы проектирования ТП (Метод адресации к унифицированным (типовым или групповым) технологическим процессам (УТП); Метод синтеза технологических процессов); принципы интеграции САПР ТП с CAD-системами; способы автоматизированного нормирования и расчета режимов резания;
			Уметь создавать ТП средствами САПР ТП и подключать 3D-модели; импортировать параметры из геометрической модели в текст переходов; применять библиотеки решений в процессе разработки ТП; выполнять расчеты режимов и нормирования времени;
		ПК-6.4 Использует возможности PDM и MDM-системы организации для формирования баз технологических знаний организации, осуществляет контроль за ведением баз данных при выборе средств технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов	Владеть навыками работы в MDM-системе(поиск, просмотр); навыками работы ведения баз технологических решений; навыками контроля выбора средств оснащения; навыками проверки актуальности НСИ

			Знать назначение и функции PDM и MDM-систем; структуру баз технологических знаний; состав НСИ в MDM-системе; методы поиска и выбора средств оснащения; порядок ведения и контроля БД
			Уметь выполнять поиск в MDM-системе; выбирать оборудование и инструменты из БД; использовать PDM для анализа аналогов; формировать базы технологических знаний; контролировать корректность выбора оборудования и инструмента из БД

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Оптимизация основных технологических задач				
ПК-6.1 Выполняет работы по разработке технологических процессов механической обработки на основе анализа чертежей деталей, технических требований и норм точности	**Уметь** читать чертежи и выбирать оптимальные методы получения заготовки, выбирать режущий инструмент, оборудование и приспособления; рассчитывать припуски на механическую обработку, режимы резания и нормы времени	отчет по самостоятельной работе	Да	Нет
	Владеть навыками оптимизации расчета припусков и выбора режимов резания и норм времени; навыками оформления маршрутно-операционных карт по ЕСТД	Вопросы к зачету	Нет	Да
	Знать правила анализа чертежей и норм точности (ЕСДП); основы базирования и типовые техпроцессы	Тестовые задания	Да	Да
	Уметь читать чертежи и выбирать оптимальные методы получения заготовки, выбирать режущий инструмент, оборудование и приспособления; рассчитывать припуски на механическую обработку, режимы резания и нормы времени	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	Знать правила анализа чертежей и норм точности (ЕСДП); основы базирования и типовые техпроцессы	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет

ПК-6.2 Выполняет работы по разработке технологических процессов сборки изделий на основе анализа чертежей деталей, технических требований и норм точности	**Знать** виды соединений и методы сборки; основы размерного анализа (размерные цепи); правила чтения сборочных чертежей (ЕСКД)	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	Уметь Уметь читать сборочный чертеж и спецификацию; определять последовательность сборки; выбирать метод достижения точности (пригонка/регулировка)	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	Владеть навыками оптимизации расчета размерных цепей; навыками выбора посадок и допусков; навыками заполнения операционных карт сборки	Вопросы к зачету	Нет	Да
	Знать виды соединений и методы сборки; основы размерного анализа (размерные цепи); правила чтения сборочных чертежей (ЕСКД)	Тестовые задания	Да	Да
	Уметь Уметь читать сборочный чертеж и спецификацию; определять последовательность сборки; выбирать метод достижения точности (пригонка/регулировка)	отчет по самостоятельной работе	Да	Нет
ПК-6.3 Выполняет работы по разработке технологических процессов механической обработки и сборки на основе компьютерных 3D моделей деталей	**Уметь** создавать ТП средствами САПР ТП и подключать 3D-модели; импортировать параметры из геометрической модели в текст переходов; применять библиотеки решений в процессе разработки ТП; выполнять расчеты режимов и нормирования времени;	отчет по самостоятельной работе	Да	Нет
	Знать назначение и функции САПР ТП; методы проектирования ТП (Метод адресации к унифицированным (типовым или групповым) технологическим процессам (УТП); Метод синтеза технологических процессов); принципы интеграции САПР ТП с CAD-системами; способы автоматизированного нормирования и расчета режимов резания;	Тестовые задания	Да	Да
	Владеть навыками работы в системе САПР ТП; навыками импорта данных в ТП из 3D-моделей деталей; навыками использования библиотек решений и аналогов в процессе разработки ТП; навыками технологических расчетов; навыками формирования технологической документации средствами САПР ТП по ЕСТД.	Вопросы к зачету	Нет	Да
	Уметь создавать ТП средствами САПР ТП и подключать 3D-модели; импортировать параметры из геометрической модели в текст переходов; применять библиотеки решений в процессе разработки ТП; выполнять расчеты режимов и нормирования времени;	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	Знать назначение и функции САПР ТП; методы проектирования ТП (Метод адресации к унифицированным (типовым или групповым) технологическим процессам (УТП); Метод синтеза технологических процессов); принципы интеграции САПР ТП с CAD-системами; способы автоматизированного нормирования и расчета режимов резания;	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет

ПК-6.4 Использует возможности PDM и MDM-системы организации для формирования баз технологических знаний организации, осуществляет контроль за ведением баз данных при выборе средств технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов	**Уметь** выполнять поиск в MDM-системе; выбирать оборудование и инструменты из БД; использовать PDM для анализа аналогов; формировать базы технологических знаний; контролировать корректность выбора оборудования и инструмента из БД	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	Знать назначение и функции PDM и MDM-систем; структуру баз технологических знаний; состав НСИ в MDM-системе; методы поиска и выбора средств оснащения; порядок ведения и контроля БД	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	Владеть навыками работы в MDM-системе(поиск, просмотр); навыками работы ведения баз технологических решений; навыками контроля выбора средств оснащения; навыками проверки актуальности НСИ	Вопросы к зачету	Нет	Да
	Знать назначение и функции PDM и MDM-систем; структуру баз технологических знаний; состав НСИ в MDM-системе; методы поиска и выбора средств оснащения; порядок ведения и контроля БД	Тестовые задания	Да	Да
	Уметь выполнять поиск в MDM-системе; выбирать оборудование и инструменты из БД; использовать PDM для анализа аналогов; формировать базы технологических знаний; контролировать корректность выбора оборудования и инструмента из БД	отчет по самостоятельной работе	Нет	Нет
Цифровые инструменты оптимизации технологических процессов				
ПК-6.1 Выполняет работы по разработке технологических процессов механической обработки на основе анализа чертежей деталей, технических требований и норм точности	**Уметь** читать чертежи и выбирать оптимальные методы получения заготовки, выбирать режущий инструмент, оборудование и приспособления; рассчитывать припуски на механическую обработку, режимы резания и нормы времени	отчет по самостоятельной работе	Да	Нет
	Знать правила анализа чертежей и норм точности (ЕСДП); основы базирования и типовые техпроцессы	отчет по самостоятельной работе	Да	Нет
		Тестовые задания	Да	Да
	Владеть навыками оптимизации расчета припусков и выбора режимов резания и норм времени; навыками оформления маршрутно-операционных карт по ЕСТД	Вопросы к зачету	Нет	Да
	Уметь читать чертежи и выбирать оптимальные методы получения заготовки, выбирать режущий инструмент, оборудование и приспособления; рассчитывать припуски на механическую обработку, режимы резания и нормы времени	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	Знать правила анализа чертежей и норм точности (ЕСДП); основы базирования и типовые техпроцессы	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет

ПК-6.2 Выполняет работы по разработке технологических процессов сборки изделий на основе анализа чертежей деталей, технических требований и норм точности	**Уметь** Уметь читать сборочный чертеж и спецификацию; определять последовательность сборки; выбирать метод достижения точности (пригонка/регулировка)			
	Знать виды соединений и методы сборки; основы размерного анализа (размерные цепи); правила чтения сборочных чертежей (ЕСКД)			
	Владеть навыками оптимизации расчета размерных цепей; навыками выбора посадок и допусков; навыками заполнения операционных карт сборки			
ПК-6.3 Выполняет работы по разработке технологических процессов механической обработки и сборки на основе компьютерных 3D моделей деталей	**Знать** назначение и функции САПР ТП; методы проектирования ТП (Метод адресации к унифицированным (типовым или групповым) технологическим процессам (УТП); Метод синтеза технологических процессов); принципы интеграции САПР ТП с CAD-системами; способы автоматизированного нормирования и расчета режимов резания;	отчет по самостоятельной работе	Да	Нет
	Уметь создавать ТП средствами САПР ТП и подключать 3D-модели; импортировать параметры из геометрической модели в текст переходов; применять библиотеки решений в процессе разработки ТП; выполнять расчеты режимов и нормирования времени;	отчет по самостоятельной работе	Да	Нет
	Знать назначение и функции САПР ТП; методы проектирования ТП (Метод адресации к унифицированным (типовым или групповым) технологическим процессам (УТП); Метод синтеза технологических процессов); принципы интеграции САПР ТП с CAD-системами; способы автоматизированного нормирования и расчета режимов резания;	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	Уметь создавать ТП средствами САПР ТП и подключать 3D-модели; импортировать параметры из геометрической модели в текст переходов; применять библиотеки решений в процессе разработки ТП; выполнять расчеты режимов и нормирования времени;	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	Владеть навыками работы в системе САПР ТП; навыками импорта данных в ТП из 3D-моделей деталей; навыками использования библиотек решений и аналогов в процессе разработки ТП; навыками технологических расчетов; навыками формирования технологической документации средствами САПР ТП по ЕСТД.	Вопросы к зачету	Нет	Да
	Знать назначение и функции САПР ТП; методы проектирования ТП (Метод адресации к унифицированным (типовым или групповым) технологическим процессам (УТП); Метод синтеза технологических процессов); принципы интеграции САПР ТП с CAD-системами; способы автоматизированного нормирования и расчета режимов резания;	Тестовые задания	Да	Да

ПК-6.4 Использует возможности PDM и MDM-системы организации для формирования баз технологических знаний организации, осуществляет контроль за ведением баз данных при выборе средств технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов	**Знать** назначение и функции PDM и MDM-систем; структуру баз технологических знаний; состав НСИ в MDM-системе; методы поиска и выбора средств оснащения; порядок ведения и контроля БД	Тестовые задания	Да	Да
	Владеть навыками работы в MDM-системе(поиск, просмотр); навыками работы ведения баз технологических решений; навыками контроля выбора средств оснащения; навыками проверки актуальности НСИ	Вопросы к зачету	Нет	Да
	Знать назначение и функции PDM и MDM-систем; структуру баз технологических знаний; состав НСИ в MDM-системе; методы поиска и выбора средств оснащения; порядок ведения и контроля БД	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
	Уметь выполнять поиск в MDM-системе; выбирать оборудование и инструменты из БД; использовать PDM для анализа аналогов; формировать базы технологических знаний; контролировать корректность выбора оборудования и инструмента из БД	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		отчет по самостоятельной работе	Да	Нет
	Знать назначение и функции PDM и MDM-систем; структуру баз технологических знаний; состав НСИ в MDM-системе; методы поиска и выбора средств оснащения; порядок ведения и контроля БД	отчет по самостоятельной работе	Да	Нет

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

Формы текущего контроля успеваемости

Семестр 7

Типовые тестовые задания для проведения текущего контроля успеваемости

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
ПК-6.1 Выполняет работы по разработке технологических процессов механической обработки на основе анализа чертежей деталей, технических требований и норм точности				
1.	Прочитайте текст вопроса и выберите один правильный ответ. Какое влияние оказывает увеличение коэффициента закрепления операций на организацию производства? Варианты ответов: 1) Снижает требования к квалификации рабочих 2) Повышает гибкость производства и позволяет быстрее переналаживать оборудование 3) Увеличивает долю подготовительно-заключительного времени в общей трудоемкости 4) Позволяет применять высокопроизводительную специализированную оснастку	4	Организационная оптимизация. Выбор типа производства и структура технологической документации (ЕСТД)	7

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
2.	**Прочитайте текст вопроса и выберите один правильный ответ.** Какая погрешность возникает при несовпадении технологической и измерительной баз? Варианты ответов: 1) Погрешность закрепления 2) Погрешность базирования 3) Погрешность настройки инструмента 4) Температурная погрешность	2	Оптимизация базирования и геометрической технологичности конструкции	7
3.	**Прочитайте текст вопроса и выберите один правильный ответ.** Какой принцип базирования требует, чтобы установочные элементы приспособления лишали заготовку именно тех шести степеней свободы, которые критичны для точности данной операции? Варианты ответов: 1) Принцип постоянства баз 2) Принцип шести точек 3) Принцип совмещения баз 4) Принцип минимального зазора	2	Оптимизация базирования и геометрической технологичности конструкции	7
4.	**Прочитайте текст вопроса и выберите один правильный ответ.**	2	Оптимизация выбора материала и оценка его обрабатываемости	7

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	Какое легирующее вещество ухудшает обрабатываемость стали резанием, но повышает ее твердость и износостойкость? Варианты ответов: 1) Марганец (Mn) 2) Хром (Cr) 3) Сера (S) 4) Свинец (Pb)			
5.	**Прочитайте текст вопроса и выберите один правильный ответ.** Какой показатель НЕ относится к физико-механическим свойствам, непосредственно влияющим на процесс резания? Варианты ответов: 1) Твердость по Бринеллю (HB) 2) Коэффициент линейного расширения 3) Электропроводность 4) Предел прочности при растяжении (σв)	3	Оптимизация выбора материала и оценка его обрабатываемости	7
6.	**Прочитайте текст вопроса и выберите один правильный ответ.** Как увеличение переднего угла (γ) резца влияет на процесс резания? Варианты ответов:	2	Параметрическая оптимизация режущего инструмента. Выбор геометрии и углов резца	7

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	1) Увеличивает прочность режущей кромки 2) Снижает силы резания и температуру в зоне резания 3) Ухудшает отвод стружки 4) Не влияет на процесс			
7.	**Прочитайте текст вопроса и выберите один правильный ответ.** От какого параметра в первую очередь зависит шероховатость обработанной поверхности при точении? Варианты ответов: 1) От скорости резания 2) От глубины резания 3) От подачи 4) От заднего угла	3	Параметрическая оптимизация режущего инструмента. Выбор геометрии и углов резца	7
8.	**Прочитайте текст вопроса и выберите один правильный ответ.** Что входит в структуру штучного времени (Тшт) при нормировании? Варианты ответов: 1) Только основное технологическое время 2) Основное и вспомогательное время 3) Основное, вспомогательное, время обслуживания и перерывов	3	Оптимизация себестоимости и трудоемкости. Расчет норм времени и анализ потерь (КИМ)	7

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	4) Основное, вспомогательное и подготовительно-заключительное			
9.	**Прочитайте текст вопроса и выберите один правильный ответ.** При выборе метода получения заготовки критерием оптимизации является: Варианты ответов: 1) Минимум стоимости заготовки 2) Минимум стоимости механической обработки 3) Минимум суммарных затрат на заготовку и последующую обработку 4) Максимальный коэффициент использования материала	3	Структурная оптимизация. Выбор вида заготовки, оборудования и места термообработки	7
10.	**Прочитайте текст вопроса и выберите один правильный ответ.** Какой из параметров режима резания в первую очередь ограничивается мощностью станка? Варианты ответов: 1) Скорость резания (V) 2) Подача (S) 3) Глубина резания (t) 4) Все параметры в равной степени	3	Оптимизация режимов резания. Расчет скоростей, подач и мощности	7

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
11.	**Прочитайте текст вопроса и расположите этапы разработки технологической документации для серийного производства в хронологическом порядке:** 1). Выбор заготовки и оборудования 2). Заполнение маршрутной карты (перечень операций) 3). Разработка операционных карт с расчетом режимов 4). Получение конструкторской документации (чертежа) 5). Оформление карт эскизов и наладок 6). Нормирование времени (расчет Тшт и Тпз) Запишите последовательность цифр слева направо.	4, 1, 2, 3, 6, 5	Организационная оптимизация. Выбор типа производства и структура технологической документации (ЕСТД)	7
12.	**Прочитайте текст вопроса и установите порядок действий технолога при анализе базирования детали на операции:** 1). Выбор установочных элементов приспособления по правилу шести точек 2). Назначение технологической базы на основе конструкторской 3). Расчет погрешности базирования и сравнение с допуском	2, 4, 1, 3, 5, 6	Оптимизация базирования и геометрической технологичности конструкции	7

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	4). Определение требуемых степеней свободы, которые необходимо лишить заготовку 5). Проверка доступности и жесткости при принятой схеме 6). Корректировка схемы базирования при превышении допустимой погрешности Запишите последовательность цифр слева направо.			
13.	**Прочитайте текст вопроса и установите порядок выбора геометрических параметров резца при проектировании операции:** 1). Назначение главного угла в плане (ф) исходя из жесткости системы и требуемой производительности 2). Выбор переднего угла (γ) в зависимости от материала заготовки 3). Определение радиуса при вершине (r) для достижения заданной шероховатости 4). Назначение заднего угла (α) для снижения трения и обеспечения прочности кромки 5). Выбор формы передней поверхности (плоская, криволинейная) для управления стружкой	2, 4, 1, 3, 5, 6	Параметрическая оптимизация режущего инструмента. Выбор геометрии и углов резца	7

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	6). Проверка на прочность режущей части (лимитирует минимально допустимый угол) Запишите последовательность цифр слева направо.			
14.	**Прочитайте текст вопроса и расположите шаги расчета оптимального режима резания при точении в порядке их выполнения:** 1). Назначение максимально допустимой глубины резания t (с учетом припуска и жесткости) 2). Выбор максимально допустимой подачи S (по прочности пластины и шероховатости) 3). Расчет скорости резания V по эмпирической формуле с поправками 4). Проверка по мощности резания: Nрез ≤ Nст × η 5). Проверка по стойкости инструмента: T ≥ Tmin заданное 6). Корректировка скорости (обычно вниз) при превышении мощности 7). Проверка по силе резания Pz (не превышает допустимую по механизму подачи) Запишите последовательность цифр слева направо.	1, 2, 3, 4, 7, 5, 6	Оптимизация режимов резания. Расчет скоростей, подач и мощности	7

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
15.	**Прочитайте текст вопроса и установите соответствие "действие технолога → ожидаемый результат":** Действие технолога: 1). Увеличение подачи при точении; 2). Увеличение скорости резания; 3). Переход с проката на штамповку; 4). Снижение глубины резания; 5). Увеличение припуска на обработку; Результат: А). Повышение шероховатости (увеличение Ra) Б). Снижение КИМ (больше отходов в стружку) В). Увеличение основного времени (То) Г). Рост производительности на 20–40% Д). Повышение КИМ, но рост стоимости заготовки Запишите выбранные буквы рядом с цифрами: 1 — ___ 2 — ___ 3 — ___ 4 — ___ 5 — ___	1 ⟶ А 2 ⟶ Г 3 ⟶ Д 4 ⟶ В 5 ⟶ Б	Оптимизация себестоимости и трудоемкости. Расчет норм времени и анализ потерь (КИМ)	7
16.	**Прочитайте текст вопроса и установите соответствие и установите соответствие между методом получения заготовки и условиями его оптимального применения:**	1 ⟶ В 2 ⟶ Г 3 ⟶ А 4 ⟶ Д 5 ⟶ Б	Структурная оптимизация. Выбор вида заготовки, оборудования и	7

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	Метод получения заготовки: 1). Горячая объемная штамповка 2). Литье в кокиль 3). Прокат (сортовой, листовой) 4). Порошковая металлургия 5). Литье под давлением Условие оптимальности: А). Простые формы, малая точность, единичное производство Б). Сложные формы, массовое производство, цветные сплавы В). Массовое производство, сталь, экономия металла 40–60% Г). Крупносерийное, сложные фасонные детали из стали/чугуна Д). Детали с точными размерами, твердые сплавы, керамика Запишите выбранные буквы рядом с цифрами: 1 — ___ 2 — ___ 3 — ___ 4 — ___ 5 — ___		места термообработки	
17.	**Прочитайте текст вопроса и установите соответствие между видом погрешности и ее причиной/источником:** Вид погрешности 1). Систематическая постоянная	1 ⟶ В 2 ⟶ А 3 ⟶ Б 4 ⟶ Д 5 ⟶ Г	Структурная оптимизация. Выбор вида заготовки, оборудования и места термообработки	7

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	2). Систематическая закономерно изменяющаяся 3). Случайная (статистическая) 4). Погрешность формы (некруглость) 5). Погрешность расположения (непараллельность) Источник/причина А). Износ резца от детали к детали Б). Отклонение твердости в партии заготовок В). Неточность изготовления направляющих станка Г). Температурные деформации шпинделя Д). Упругое отжатие заготовки при зажиме Запишите выбранные буквы рядом с цифрами: 1 — ___ 2 — ___ 3 — ___ 4 — ___ 5 — ___			
ПК-6.2 Выполняет работы по разработке технологических процессов сборки изделий				
18.	**Прочитайте текст вопроса и выберите один правильный ответ.** Какое соединение является разъёмным? 1) Сварное 2) Резьбовое 3) Заклёпочное 4) Клеёное	2	Критерии эффективности и оптимизация процесса сборки	7

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
19.	**Прочитайте текст вопроса и выберите два правильных ответа.** Какие два метода сборки относятся к неподвижным разъёмным соединениям? 1) Резьбовое 2) Прессовое 3) Шпоночное 4) Сварное	1,3	Критерии эффективности и оптимизация процесса сборки	7
20.	**Прочитайте текст вопроса и дополните фразу.** Совокупность размеров, образующих замкнутый контур и определяющих взаимное положение поверхностей деталей в узле, называется _____.	размерной цепью	Критерии эффективности и оптимизация процесса сборки	7
21.	**Установите соответствие между звеном размерной цепи и его определением:** 1) Замыкающее звено 2) Составляющее звено 3) Увеличивающее звено А) Звено, которое получается последним Б) Звено, с увеличением которого замыкающее звено увеличивается В) Любое звено, кроме замыкающего	1-А, 2-В, 3-Б	Критерии эффективности и оптимизация процесса сборки	7

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	Запишите выбранные буквы рядом с цифрами: 1 — ___ 2 — ___ 3 — ___			
22.	**Прочитайте текст вопроса и выберите один правильный ответ.** По какому методу рассчитывается размерная цепь на максимум-минимум? 1) Вероятностный метод 2) Метод полной взаимозаменяемости 3) Метод регулировки 4) Метод пригонки	2	Критерии эффективности и оптимизация процесса сборки	7
23.	**Прочитайте текст вопроса и установите последовательность этапов сборки изделия:** А) Установка базовой детали Б) Контроль собранного узла В) Присоединение деталей и сборочных единиц Г) Затяжка крепежа Запишите последовательность букв слева направо.	А, В, Г, Б	Критерии эффективности и оптимизация процесса сборки	7
24.	**Прочитайте текст вопроса и выберите два правильных ответа.** Какие два метода достижения точности сборки не требуют дополнительной обработки деталей?	1,3	Критерии эффективности и оптимизация процесса сборки	7

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	1) Метод полной взаимозаменяемости 2) Метод пригонки 3) Метод регулировки 4) Метод подбора			
25.	**Прочитайте текст вопроса и дополните фразу.** Метод сборки, при котором требуемая точность достигается удалением слоя материала с одной из деталей, называется методом _____.	пригонки	Критерии эффективности и оптимизация процесса сборки	7
ПК-6.3 Выполняет работы по разработке технологических процессов на основе компьютерных 3D моделей				
26.	**Прочитайте текст вопроса и выберите один правильный ответ.** Как расшифровывается аббревиатура САПР ТП? 1) Система автоматизированного проектирования технологических процессов 2) Система анализа и проверки рабочих чертежей 3) Система автоматической подачи режущего инструмента 4) Система архивации производственных данных	1	Назначение и функции САПР ТП	7
27.	**Прочитайте текст вопроса и выберите два правильных ответа.** Какие два метода	1,2	Методы проектирования ТП	7

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	проектирования технологических процессов используются в САПР ТП? 1) Метод адресации к унифицированным ТП (УТП) 2) Метод синтеза 3) Метод случайного перебора 4) Метод «проб и ошибок»			
28.	**Прочитайте текст вопроса и дополните фразу.** Метод создания нового ТП путём соединения типовых решений из библиотеки называется _____ ТП.	синтезом	Методы проектирования ТП	7
29.	**Прочитайте текст вопроса и выберите один правильный ответ.** Что позволяет импортировать из 3D-модели в САПР ТП? 1) Геометрические параметры (размеры, допуски, шероховатость) 2) Цвет модели 3) Файловую структуру 4) Текстуру материала	1	Интеграция САПР ТП с CAD-системами	7
30.	**Установите соответствие между системой и её функцией:** 1) CAD 2) CAM 3) САПР ТП А) Технологическая подготовка производства Б) Трёхмерное моделирование детали В) Программирование обработки на станках с ЧПУ Запишите выбранные буквы рядом с	1-Б, 2-В, 3-А	Интеграция САПР ТП с CAD-системами	7

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	цифрами: 1 — ___ 2 — ___ 3 — ___			
31.	**Прочитайте текст вопроса и выберите три правильных ответа.** Какие три библиотеки решений используются в САПР ТП? 1) Библиотека оборудования 2) Библиотека инструментов 3) Библиотека музыкальных файлов 4) Библиотека типовых технологических операций	1,2,4	Применение библиотек решений в САПР ТП	7
32.	**Прочитайте текст вопроса и дополните фразу.** Автоматическое определение режимов резания по встроенным нормативам в САПР ТП называется _____ расчётом.	автоматизированным	Автоматизированное нормирование и расчёт режимов резания	7
33.	**Прочитайте текст вопроса и выберите один правильный ответ.** Как часто в САПР ТП пересчитываются нормы времени при изменении материала детали? 1) Автоматически 2) Только вручную 3) Не пересчитываются 4) Раз в месяц	1	Автоматизированное нормирование и расчёт режимов резания	7

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
34.	**Прочитайте текст вопроса и выберите два правильных ответа.** Какие два параметра автоматически импортируются из 3D-модели в текст технологического перехода? 1) Размер обрабатываемой поверхности 2) Допуск размера 3) Автор модели 4) Дата создания файла	1,2	Импорт параметров из 3D-модели в текст переходов	7
35.	**Прочитайте текст вопроса и установите последовательность действий при создании ТП в САПР ТП:** А) Импорт 3D-модели детали Б) Выбор заготовки В) Формирование операций и переходов Г) Вывод технологической документации Запишите последовательность букв слева направо.	А, Б, В, Г	Навыки работы в системе САПР ТП	7
36.	**Прочитайте текст вопроса и дополните фразу.** Шаблон (образец) технологического процесса для группы деталей, имеющих общие конструктивные и технологические признаки, называется _____ процессом.	группо вым	Навыки использования библиотек решений и аналогов	7
37.	**Прочитайте текст вопроса и выберите один правильный**	1	Навыки формирования	7

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	ответ. Какой документ формируется в САПР ТП по окончании проектирования? 1) Комплект технологической документации по ЕСТД 2) Бухгалтерский баланс 3) Маркетинговый отчёт 4) Патентный формуляр		технологической документации по ЕСТД	
ПК-6.4 Использует возможности PDM и MDM-систем для формирования баз технологических знаний				
38.	**Прочитайте текст вопроса и выберите один правильный ответ.** Как расшифровывается аббревиатура PDM? 1) Product Data Management (управление данными об изделии) 2) Process Design Management (управление проектированием процессов) 3) Production Data Maintenance (обслуживание производственных данных) 4) Product Development Module (модуль разработки изделия)	1	Назначение PDM и MDM-систем	7
39.	**Прочитайте текст вопроса и выберите два правильных ответа.** Какие два типа данных хранятся в PDM-системе? 1) 3D-модели и чертежи 2) Технологические процессы 3) Кадровые документы 4) Бухгалтерские проводки	1,2	Назначение PDM и MDM-систем	7

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
40.	**Прочитайте текст вопроса и дополните фразу.** Система управления нормативно-справочной информацией (стандартные изделия, материалы, инструменты) называется _____ системой.	MDM (Master Data Management)	Формирование баз технологических знаний	7
41.	**Прочитайте текст вопроса и выберите один правильный ответ.** Что обеспечивает PDM-система при выборе средств технологического оснащения? 1) Хранение и поиск утверждённых вариантов оснастки 2) Автоматическую закупку инструмента 3) Контроль качества продукции 4) Расчёт зарплаты рабочих	1	Контроль за ведением баз данных при выборе оснастки	7
42.	**Прочитайте текст вопроса и выберите три правильных ответа.** Какие три элемента технологического оснащения хранятся в библиотеках PDM/MDM? 1) Станки 2) Режущий инструмент 3) Приспособления 4) Готовая продукция на складе	1,2,3	Выбор средств технологического оснащения	7
43.	**Установите соответствие между типом данных и системой их хранения:** 1) Геометрия детали 2) Технологический процесс 3)	1-Б, 2-А, 3-В	Интеграция CAD/PDM/MDM	7

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
	Нормативно-справочная информация А) PDM Б) CAD В) MDM Запишите выбранные буквы рядом с цифрами: 1 — ___ 2 — ___ 3 — ___			
44.	**Прочитайте текст вопроса и дополните фразу.** Версионирование и контроль доступа к чертежам и техпроцессам обеспечивается _____ системой.	PDM	Управление версиями и доступом	7
45.	**Прочитайте текст вопроса и выберите один правильный ответ.** Что происходит в PDM-системе при изменении 3D-модели детали? 1) Автоматическое уведомление технологических служб 2) Автоматическая печать чертежа 3) Отправка модели на 3D-принтер 4) Удаление старой версии	1	Контроль за ведением баз данных	7
46.	**Прочитайте текст вопроса и выберите два правильных ответа.** Какие два контрольно-измерительных прибора могут быть выбраны из библиотеки MDM? 1) Штангенциркуль 2) Микрометр 3) Фрезерный станок 4) Токарный резец	1,2	Выбор контрольно-измерительных приборов и инструментов	7

Номер задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы РПД	Семестр
47.	Прочитайте текст вопроса и установите последовательность прохождения данных в PDM-системе при утверждении техпроцесса: А) Создание техпроцесса А) Создание техпроцесса Б) Проверка технологом В) Утверждение главным технологом Г) Публикация в рабочую базу данных Запишите последовательность букв слева направо.	А, Б, В, Г	Контроль за ведением баз данных	7

Формы промежуточной аттестации
Семестр 7
Типовые вопросы для подготовки к экзамену

1. Что такое CAD-системы? Какие задачи они решают в цифровой поддержке проектирования?
2. Объясните, как тип производства (единичное, серийное, массовое) определяет стратегию оптимизации технологического процесса.
3. Какова роль Единой системы технологической документации (ЕСТД) в обеспечении качества и оптимизации техпроцессов.
4. Сформулируйте правило шести точек и объясните его значение для обеспечения стабильности обработки.
5. Что такое технологичность конструкции детали и по каким критериям она оценивается?
6. Какие физико-механические свойства материалов выступают в роли ограничений при оптимизации режимов резания?
7. Как легирующие элементы (хром, никель, молибден, ванадий) изменяют обрабатываемость сталей резанием?
8. Какие основные геометрические параметры режущего инструмента влияют на процесс резания и почему их выбор всегда является компромиссом?
9. Как форма передней поверхности резца влияет на стружкообразование и отвод тепла?
10. Сравните четыре метода сборки: полная взаимозаменяемость, неполная взаимозаменяемость, селективная сборка и сборка с пригонкой.
11. Что такое технологическая схема сборки и как она связана с оптимизацией сборочного процесса?
12. Раскройте сущность метода «дерева решений» при структурной оптимизации технологического маршрута.

13. Какое место занимает термообработка в технологическом маршруте и как она влияет на выбор методов механической обработки?
14. Опишите алгоритм назначения режимов резания при оптимизации по максимуму производительности.
15. В чем заключается противоречие между производительностью и стойкостью инструмента при оптимизации режимов резания?
16. Перечислите основные методы получения геометрических моделей в CAD-системах.
17. Какие форматы данных используются для обмена геометрическими моделями? Назовите основные из них.
18. Что такое прямое геометрическое моделирование? В чём его отличие от параметрического?
19. Дайте определение понятию «ассоциативность» в геометрическом моделировании.
20. Как ассоциативные связи применяются на этапах жизненного цикла проектирования изделия?
21. Приведите практические примеры использования ассоциативности при проектировании.
22. Как выполняется ассоциативное копирование геометрии детали?
23. Какие операции преобразования геометрии детали используются при построении модели заготовки?
24. Как строятся припуски на деталь с использованием ассоциативных связей?
25. Что такое аннотирование геометрической модели? Для чего оно применяется?
26. Как разработать ассоциативный чертёж по готовой 3D-модели детали?
27. Какие виды, разрезы и сечения можно построить автоматически на основе 3D-модели?
28. Как наносятся размеры и аннотации на ассоциативном чертеже?
29. Что такое цифровой двойник изделия? Каковы цели его создания?
30. Какие методы оптимизации цифрового двойника изделия вы знаете?
31. Как оценивается технологичность детали на этапе цифрового проектирования?
32. Как тип производства влияет на технологичность конструкции изделия?
33. Каковы основные методы оптимизации технологических процессов?
34. По каким принципам выбирается заготовка при оптимизации технологического процесса?
35. Что такое концентрация операций? В чём её преимущества и недостатки?
36. Что такое дифференциация операций? Когда она применяется?
37. В чём особенности оптимизации технологического процесса при применении оборудования с ЧПУ?
38. Как разрабатываются графические документы технологических операций?
39. Каковы принципы построения технологических эскизов? Какие требования к ним предъявляются?
40. Какая нормативная база регламентирует оформление технологической документации?
41. Как оценивается технико-экономический эффект от внедрения оптимизированного технологического процесса?
42. Как рассчитать себестоимость обработки на основе стоимости станко-часа?
43. Что такое САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ»? Каковы её основные функции?
44. Опишите структуру организации работы в САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ».
45. Каковы основные элементы интерфейса САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ»?
46. Что такое ПОЛИНОМ: MDM? Для чего предназначена эта система?
47. Как настраивается интерфейс САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ» под задачи оптимизации?
48. Как организована работа с нормативно-справочной информацией (НСИ) в ПОЛИНОМ: MDM?
49. Что такое множественная классификация? Как она формируется в ПОЛИНОМ: MDM?

50. Как настраивается применяемость объектов для нескольких справочников в ПОЛИНОМ: MDM?
51. Как формируется цифровой двойник технологического процесса в САПР ТП?
52. Какие методы редактирования структурных данных технологического процесса существуют?
53. Как организована работа с технологическими справочными данными в САПР ТП?
54. Как формируются персональные справочники технологических работников?
55. Как осуществляется работа с геометрической информацией в системе САПР ТП?
56. Какие способы оптимизации работы технолога используются при импорте и экспорте графических данных?
57. Как разрабатываются технологические переходы в САПР ТП? Какие методы автоматизации применяются?
58. Какие критерии оптимизации используются при расчёте режимов резания (производительность, себестоимость)?
59. Как выполняется выбор инструмента из справочника при расчёте режимов резания?
60. Как рассчитывается основное и вспомогательное время, штучное время Тшт и подготовительно-заключительное время Тпз?
61. В чём особенности разработки операций с программным управлением (ЧПУ) в САПР ТП?
62. Какие расчётные компоненты входят в операцию с ЧПУ?
63. Как формируется оптимизированная технологическая документация с помощью мастера формирования?
64. Каковы особенности настройки параметров вывода технологического процесса? Как организовано управление технологической документацией?

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Основными этапами формирования указанных компетенций в рамках дисциплины выступает последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий.

п/п	Этапы формирования компетенции	Планируемые результаты (дескрипторы) обучения	Оценочные средства
1.	Оптимизация основных технологических задач	З1-(ПК-6.1), З1-(ПК-6.2), З1-(ПК-6.3) З1-(ПК-6.4) У1-(ПК-6.1), У1-(ПК-6.2), у1-(ПК-6.3) У1-(ПК-6.4) В1-(ПК-6.1), В1-(ПК-6.2), В1-(ПК-6.3) В1-(ПК-6.4)	Тестовые задания
2.	Цифровые инструменты оптимизации технологических процессов	З1-(ПК-6.1), З1-(ПК-6.2), З1-(ПК-6.3) З1-(ПК-6.4) У1-(ПК-6.1), У1-(ПК-6.2), у1-(ПК-6.3) У1-(ПК-6.4) В1-(ПК-6.1), В1-(ПК-6.2), В1-(ПК-6.3) В1-(ПК-6.4)	Тестовые задания Отчет по практическим занятиям
3.	Промежуточная аттестация	З1-(ПК-6.1), З1-(ПК-6.2), З1-(ПК-6.3) З1-(ПК-6.4) У1-(ПК-6.1), У1-(ПК-6.2), у1-(ПК-6.3) У1-(ПК-6.4) В1-(ПК-6.1), В1-(ПК-6.2), В1-(ПК-6.3) В1-(ПК-6.4)	Тестовые задания Вопросы к зачету

Учебная дисциплина, как правило, формирует несколько компетенций, процедура оценивания представлена в табл. и реализуется поэтапно: 1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП.

Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения. 2-й этап процедуры оценивания: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Характеристика процедуры промежуточной аттестации по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Методы оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений обучающихся
1.	Отчет по практическим занятиям	Систематически в течении семестра/письменно	экспертный	зачет/незачет	журнал учета успеваемости
2.	Тестовые задания	На этапе промежуточной аттестации/ письменно	экспертный	зачет/незачет	журнал учета успеваемости,
3.	Промежуточная аттестация - зачет	На этапе промежуточной аттестации/устно	экспертный	зачет/незачет	зачетная ведомость

Критерии оценивания зачета (7 семестр)

«Зачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций на (50)% и более оценивается не ниже «удовлетворительно» при условии отсутствия критерия «неудовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

«Незачет» – выставляется, если сформированность заявленных дескрипторов компетенций менее чем (40)% (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично» при условии, что в ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины. Ответы и решения обучающихся оцениваются по следующим общим критериям: распознавание проблем; определение значимой информации; анализ проблем; аргументированность; использование стратегий; творческий подход; выводы; общая грамотность.

Критерии оценивания тестовых заданий (7 семестр)

Кол-во верных ответов	**Характеристика**	**Контролируемая компетенция**
44– 47	- глубокое знание учебно-программного материала; - умение свободно выполнять задания; - усвоение взаимосвязи основных понятий дисциплины; - способность самостоятельно приобретать новые знания и умения; - способность самостоятельно использовать углубленные знания.	**ПК-6.1** **ПК-6.2** **ПК-6.3** **ПК-6.4**
36 – 43	- полное знание учебно-программного материала; - успешное выполнение предусмотренных программой задания; - демонстрация систематического характера знаний по дисциплине и способность к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшего обучения в вузе и в будущей профессиональной деятельности.	
25 – 35	- знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшего обучения; - выполнение заданий, предусмотренных программой; - допущение неточностей в ответе, но обладание необходимыми знаниями для их устранения.	

24 и менее	- наличие пробелов в знаниях основного учебно-программного материала; - допущение принципиальных ошибок в выполнении предусмотренных программой заданий.	

Соответствие количества верных ответов оценке

Кол-во верных ответов	Оценка
44– 47	зачтено
36 – 43	зачтено
25 – 35	зачтено
24 и менее	не зачтено