МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИННОВАЦИЙ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

МОО ВО Кыргызско-Российский Славянский университет
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина



УТВЕРЖДАЮ

Директор
(должность)
Лоцев Г.В
(ФИО)
3 сентября____2026 г.

Технология машиностроения

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Высшая школа Природопользования, мехатроники и транспорта**

Учебный план Направление 15.03.03 - РФ, 650500 - КР Прикладная механика
Профиль "Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг"

Квалификация **бакалавр**
Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**
Часов по учебному плану 108
в том числе:
аудиторные занятия 50
самостоятельная работа 57,9

Виды контроля в семестрах:
зачет с оценкой 7

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**7 (4.1)**		Итого	
Недель	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Практические	34	34	34	34
Контактная работа в период теоретического обучения	0,1	0,1	0,1	0,1
В том числе инт.	2	2	2	2
Итого ауд.	50	50	50	50
Контактная работа	50,1	50,1	50,1	50,1
Сам. работа	57,9	57,9	57,9	57,9
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):
к.ф.-м.н., Герман Константин Анатольевич

к.т.н, Джаманкулов Азамат Кенешбекович

Рецензент(ы):
к.ф.-м.н., Комарцов Никита Михайлович

д.т.н, Муслимов Аннас Поясович

Согласовано РОП:
к.ф.-м.н., Герман Константин Анатольевич

Рабочая программа дисциплины
Технология машиностроения

разработана в соответствии с ФГОС 3++:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика (приказ Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 729)

составлена на основании учебного плана:

Направление 15.03.03 - РФ, 650500 - КР Прикладная механика
Профиль "Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг"
утвержденного учёным советом вуза от 26.06.2026 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании **Высшей школы Природопользования, мехатроники и транспорта**

Протокол от 02.09.2026 г. № 1
Срок действия программы: 2026-2032 уч.г.
Руководитель подразделения: Алсеитов Мирлан Тилегенович

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ
к рабочей программе дисциплины (модуля)

Технология машиностроения

№ п/п	Основание внесения изменения	Раздел/ пункт	Содержание изменения
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	Цели освоения дисциплины «Технологии машиностроения» – формирование у обучающихся знаний, умений и приобретения опыта в области анализа и проектирования технологических процессов изготовления деталей машин

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.О.3
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Б1.О.3.03. Сопротивление материалов
2.1.2	Б1.О.3.02. Теоретическая механика
2.1.3	Б1.О.3.05. Материаловедение
2.1.4	Б1.О.3.01. Введение в профессиональную деятельность
2.1.5	Б1.В.1.ДВ.07.01. Сопротивление материалов (продвинутый курс)
2.1.6	Б1.О.2.02. Математический анализ
2.1.7	Б1.В.1.03. Основы автоматизированного проектирования
2.1.8	Б1.О.2.07. Начертательная геометрия и инженерная графика
2.2	**Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Б3.О.02. Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
2.2.2	Б1.В.1.04. Патентоведение
2.2.3	Б2.О.02(Пд). Преддипломная практика
2.2.4	Б3.О.03. Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-5: Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью;	
Знать:	
Уровень 1	Знает актуальную нормативно-техническую документацию для решении задач профессиональной деятельности.
Уровень 2	
Уровень 3	
Уметь:	
Уровень 1	Умеет выбирать нормативно-техническую документацию при решении задач профессиональной деятельности.
Уровень 2	
Уровень 3	
Владеть:	
Уровень 1	Имеет навыки применения нормативно-технической документаций, при решении задач профессиональной деятельности.
Уровень 2	
Уровень 3	

ОПК-7: Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении;	
Знать:	
Уровень 1	Знает современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении.
Уровень 2	
Уровень 3	
Уметь:	
Уровень 1	Умеет выбирать оптимальные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении.
Уровень 2	
Уровень 3	
Владеть:	

Уровень 1	Имеет навыки применения современных экологичных и безопасных методов рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении.
Уровень 2	
Уровень 3	

ОПК-9: Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование;	
Знать:	
Уровень 1	Знает основы внедрения и освоения нового технологического оборудование
Уровень 2	
Уровень 3	
Уметь:	
Уровень 1	Умеет выбирать алгоритмы освоения нового технологического оборудования
Уровень 2	
Уровень 3	
Владеть:	
Уровень 1	Имеет навыки внедрения и освоения нового технологического оборудование.
Уровень 2	
Уровень 3	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	основные типы металлообрабатывающих станков, выполняемые операции и режимы обработки.
3.2	**Уметь:**
3.2.1	выбирать оптимальные технологические операции и режимы обработки деталей.
3.3	**Владеть:**
3.3.1	разработки технологических карт с учетом наличного станочного парка

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте ракт.	Пр. подг.	Примечание
	Раздел 1. Построение технологического процесса изготовления детали							

1.1	Структура технологического процесса и анализ технологичности детали: Производственный и технологический процессы: место изготовления заготовок, механической обработки, контроля и сборки в производстве машин. Структура технологического процесса: операция, установ, позиция, технологический и вспомогательный переход, рабочий ход. Единичное, серийное и массовое производство: влияние программы выпуска на оборудование, оснастку и построение операций. Анализ рабочего чертежа детали: материал, размеры, допуски формы и расположения поверхностей, шероховатость и технические требования. Технологичность конструкции: доступность поверхностей для обработки и контроля, унификация элементов, жёсткость детали и удобство закрепления. Исходные данные для проектирования процесса: чертёж и цифровая модель детали, программа выпуска, характеристики станочного парка; пример ступенчатого вала. /Лек/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
1.2	Анализ рабочего чертежа ступенчатого вала и оценка технологичности конструкции /Пр/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
1.3	Определение типа производства и описание структуры технологической операции /Пр/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			

1.4	Выбор заготовки и последовательности обработки поверхностей: Заготовки из проката, отливки, поковки и штамповки: области применения с учётом материала, формы детали и объёма производства. Сопоставление способов получения заготовки по точности, припускам, использованию материала и затратам на последующую обработку. Припуски на обработку: общий и межоперационный припуск, причины их назначения, связь с дефектным слоем и погрешностями заготовки. Выбор последовательности черновой, получистовой и чистовой обработки; место термической обработки в технологическом маршруте. Принципы формирования маршрута: первичная обработка баз, разделение черновых и чистовых операций, сокращение переустановок. Сравнение вариантов маршрута изготовления ступенчатого вала из проката и штампованной заготовки. /Лек/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
1.5	Выбор заготовки для детали и сравнение коэффициентов использования материала /Пр/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
1.6	Выбор заготовки для детали и сравнение коэффициентов использования материала /Пр/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
1.7	Построение предварительного маршрута обработки ступенчатого вала /Пр/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
1.8	Анализ технологичности выбранной детали: выделение обрабатываемых поверхностей, требований к ним и конструктивных элементов, затрудняющих изготовление. Сравнение двух способов получения заготовки; обоснование припусков и последовательности черновой и чистовой обработки. /Ср/	7	14	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
	Раздел 2. Обеспечение точности и качества изготовления							

2.1	Базирование и закрепление заготовок: Конструкторские, технологические и измерительные базы: назначение и различия на примерах вала и корпусной детали. Ограничение шести степеней свободы твёрдого тела; построение схемы базирования призматической заготовки по принципу 3–2–1. Базирование цилиндрических деталей в патроне, центрах и призмах; выбор схемы по обрабатываемым поверхностям. Принципы совмещения и постоянства баз; влияние смены баз на точность взаимного расположения поверхностей. Погрешности базирования и закрепления: причины возникновения и способы уменьшения. Установочные и зажимные элементы приспособлений; влияние направления и величины усилия зажима на устойчивость и деформацию заготовки. /Лек/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
2.2	Разработка схем базирования вала и призматической заготовки /Пр/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
2.3	Расчёт погрешности базирования для заданной схемы установки /Пр/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			

2.4	Точность обработки и качество поверхностного слоя: Точность размеров, формы и взаимного расположения поверхностей; связь требований чертежа с выбором обработки. Источники погрешностей: геометрическая точность станка, износ инструмента, настройка, температурные изменения и погрешности установки. Упругие деформации технологической системы «станок — приспособление — инструмент — заготовка»; влияние сил резания на точность. Шероховатость, наклёп и остаточные напряжения: влияние обработки на усталостную прочность, износ и работу сопряжений. Достижение заданной точности пробными проходами и обработкой на настроенном оборудовании; назначение межоперационных размеров. Операционный и окончательный контроль: выбор контролируемых параметров, средств измерения и этапов проверки. /Лек/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
2.5	Оценка влияния упругой деформации заготовки на точность обработки по упрощённой расчётной схеме /Пр/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
2.6	Выбор методов обработки и средств контроля для поверхностей с заданными допусками и шероховатостью /Пр/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
2.7	Разработка схем базирования детали на основных операциях; анализ совмещения и постоянства баз, возможных деформаций при закреплении. Составление перечня источников погрешностей выбранной операции и плана контроля размеров, формы и расположения поверхностей. /Ср/	7	14	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
	Раздел 3. Выбор оборудования и режимов механической обработки							

3.1	Методы обработки и технологические возможности станков: Токарная обработка наружных и внутренних поверхностей: точение, растачивание, подрезание торцов, обработка канавок и резьбы. Фрезерование плоскостей, уступов, пазов и контуров; влияние схемы обработки на производительность и качество. Обработка отверстий сверлением, зенкерованием, развёртыванием и растачиванием; выбор последовательности по требованиям точности. Шлифование как способ окончательной обработки точных и термообработанных поверхностей. Выбор универсального станка, станка с ЧПУ или обрабатывающего центра по рабочей зоне, мощности, жёсткости и требуемым операциям. Выбор режущего инструмента по материалу заготовки, характеру обработки и требованиям к поверхности; примеры изготовления вала и корпуса. /Лек/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
3.2	Подбор оборудования и инструмента для токарной и фрезерной операций /Пр/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1	1		
3.3	Разработка последовательности обработки точного отверстия /Пр/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			

3.4	Назначение режимов резания и оценка эффективности операции: Скорость резания, подача и глубина резания: физический смысл и влияние на производительность, стойкость инструмента и качество. Последовательность назначения режимов при точении, сверлении и фрезеровании с использованием справочных данных. Расчёт частоты вращения шпинделя и минутной подачи; согласование расчётных значений с возможностями станка. Проверка режима по мощности, допустимым нагрузкам и жёсткости системы; особенности обработки тонкостенных и маложёстких деталей. Основное, вспомогательное и подготовительно-заключительное время; сравнение продолжительности альтернативных операций. Рациональное использование материала и энергии, применение смазочно-охлаждающих жидкостей, обращение со стружкой и безопасное выполнение обработки. /Лек/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
3.5	Расчёт режимов резания для токарной операции и проверка по мощности станка /Пр/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
3.6	Расчёт режимов сверления и фрезерования, определение основного времени обработки /Пр/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
3.7	Сравнение двух вариантов операции по времени обработки и расходу материала /Пр/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1	1		
3.8	Сопоставление характеристик двух станков для изготовления выбранной детали; подбор инструмента и обоснование технологических ограничений. Подготовка расчётной таблицы режимов резания и основного времени; оценка влияния подачи и скорости на продолжительность обработки. /Ср/	7	15	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
	Раздел 4. Проектирование и цифровая проверка технологического процесса							

4.1	Разработка маршрута изготовления детали и технологической документации: Последовательность проектирования: анализ детали, выбор заготовки и баз, построение маршрута, разработка операций, назначение контроля. Разработка маршрута изготовления ступенчатого вала: обработка баз, черновое и чистовое точение, выполнение дополнительных элементов. Особенности изготовления корпусных деталей: обработка базовых плоскостей, отверстий и поверхностей с заданным взаимным расположением. Согласование технологического маршрута с имеющимся станочным парком; выбор альтернатив при ограничениях оборудования. Назначение маршрутной и операционной карт, карт эскизов; отражение оборудования, оснастки, переходов и режимов обработки. Сравнение вариантов процесса по обеспечиваемому качеству, времени изготовления, расходу материала и загрузке оборудования. /Лек/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
4.2	Составление маршрутной карты изготовления детали с учётом заданного станочного парка /Пр/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
4.3	Разработка операционной карты и эскиза установки для выбранной операции /Пр/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			

4.4	CAD/CAM-подготовка обработки и освоение оборудования с ЧПУ: Использование CAD-модели в технологической подготовке: проверка геометрии, определение заготовки, обрабатываемых элементов и системы координат. Подготовка операции в CAM-системе: выбор инструмента, стратегии обработки, режимов и безопасных перемещений. Проверка траекторий: обнаружение столкновений, зарезов, необработанных участков и недостаточного припуска. Постпроцессирование: преобразование траекторий в управляющую программу для конкретного станка и системы ЧПУ. Использование расчётной модели для оценки деформации детали при закреплении и обработке; исходные данные и ограничения такой оценки. Последовательность освоения нового оборудования: изучение характеристик, проверка оснастки и программы, пробная обработка, контроль первой детали и корректировка процесса. /Лек/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
4.5	Подготовка простой операции в CAM-системе, проверка траектории и составление последовательности пробной обработки на станке с ЧПУ /Пр/	7	2	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
4.6	Объединение результатов практических работ в согласованный маршрут изготовления детали с операционными эскизами и технологическими картами. Анализ результатов CAM-проверки операции; описание выявленных ошибок и последовательности проверки программы, оснастки и первой изготовленной детали. /Ср/	7	14,9	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			
4.7	Консультации и подготовка к зачету /КрТО/	7	0,1	ОПК-5 ОПК -7 ОПК-9	Л1.1Л2.1			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Контрольные вопросы и задания по дисциплине «Технология машиностроения» для направления «Прикладная механика», профиля «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг».

1. Контрольные вопросы для текущего контроля

Тема 1. Структура технологического процесса и технологичность детали

1. Чем технологический процесс отличается от производственного?
2. Что понимают под технологической операцией, установом, позицией и переходом? Приведите примеры.
3. Чем рабочий ход отличается от вспомогательного?
4. Как тип производства влияет на выбор оборудования, оснастки и построение операций?
5. Какие сведения рабочего чертежа необходимы для проектирования технологического процесса?
6. Какие конструктивные особенности детали затрудняют её изготовление и контроль?
7. Как оценить технологичность ступенчатого вала или корпусной детали?
8. Какие исходные данные, кроме чертежа, необходимы для разработки технологического маршрута?

Тема 2. Выбор заготовки и последовательности обработки

1. Какие факторы определяют выбор способа получения заготовки?
2. В каких случаях целесообразно применять прокат, отливку, поковку или штамповку?
3. Как программа выпуска влияет на экономическую целесообразность способа получения заготовки?
4. Что такое общий и межоперационный припуски? Как они связаны?
5. Какие факторы необходимо учитывать при назначении припусков?
6. Почему недостаточный и чрезмерный припуски нежелательны?
7. Как определяется последовательность черновой, получистовой и чистовой обработки?
8. Как термическая обработка влияет на построение маршрута изготовления детали?

Тема 3. Базирование и закрепление

1. Чем отличаются конструкторские, технологические и измерительные базы?
2. Какие шесть степеней свободы имеет свободное твёрдое тело?
3. Как реализуется схема базирования призматической заготовки по принципу 3–2–1?
4. Какие степени свободы ограничиваются при установке цилиндрической заготовки в призме?
5. В чём заключаются принципы совмещения и постоянства баз?
6. Когда возникает погрешность базирования?
7. Чем погрешность закрепления отличается от погрешности базирования?
8. Как направление и величина усилия зажима влияют на точность обработки?

Тема 4. Точность обработки и качество поверхности

1. Какие показатели характеризуют точность изготовления детали?
2. Какие основные источники погрешностей возникают при механической обработке?
3. Как жёсткость технологической системы влияет на точность?
4. Как износ инструмента и температурные деформации изменяют обрабатываемый размер?
5. Чем получение размера пробными проходами отличается от обработки на настроенном станке?
6. Какие свойства поверхностного слоя формируются при обработке?
7. Как шероховатость и остаточные напряжения влияют на эксплуатационные свойства детали?
8. Как выбрать этапы и средства контроля для поверхности с заданными требованиями?

Тема 5. Методы обработки и технологические возможности станков

1. Какие поверхности и элементы детали обрабатывают на токарных станках?
2. Какие операции выполняют на фрезерных станках?
3. Чем различаются сверление, зенкерование, развёртывание и растачивание?
4. В каких случаях требуется шлифование?
5. По каким характеристикам выбирают станок для заданной операции?
6. Когда целесообразно использовать универсальный станок, станок с ЧПУ или обрабатывающий центр?
7. Как материал заготовки и характер обработки влияют на выбор режущего инструмента?
8. Почему технологические возможности станка нельзя оценивать только по размерам его рабочей зоны?

Тема 6. Режимы резания и эффективность операции

1. Что характеризуют скорость резания, подача и глубина резания?
2. В какой последовательности назначают режимы резания?
3. Как рассчитывают частоту вращения шпинделя по скорости резания и диаметру обработки?
4. Чем подача на оборот отличается от подачи на зуб и минутной подачи?
5. Как выполняется проверка выбранного режима по мощности станка?
6. Как определяют основное время обработки?
7. Какие составляющие времени необходимо учитывать при сравнении вариантов операции?
8. Какие технологические решения позволяют уменьшить расход материала и энергии при соблюдении требований качества и безопасности?

Тема 7. Проектирование процесса и технологическая документация

1. Какие этапы включает проектирование технологического процесса изготовления детали?
2. Как выбирают последовательность обработки поверхностей ступенчатого вала?
3. Какие особенности учитывают при разработке маршрута изготовления корпусной детали?
4. Как согласовать маршрут с имеющимся станочным парком?
5. Чем отличаются маршрутная и операционная карты?
6. Какие сведения должны быть представлены на операционном эскизе?
7. Как организовать контроль ответственных размеров на разных этапах изготовления?
8. По каким критериям сравнивают альтернативные технологические маршруты?

Тема 8. CAD/CAM-подготовка и освоение оборудования с ЧПУ

1. Какие данные CAD-модели используются при подготовке обработки?
2. Почему геометрической модели недостаточно для определения всех требований к изготовлению?
3. Как задаются заготовка, система координат и инструмент в CAM-системе?
4. Как выбирают стратегию черновой и чистовой обработки?
5. Какие ошибки можно обнаружить при моделировании траекторий?
6. Для чего необходим постпроцессор?
7. Почему успешная CAM-симуляция не заменяет проверку программы на конкретном оборудовании?
8. Какие этапы включает подготовка оборудования и контроль первой изготовленной детали?

2. Задания для текущего контроля

Задания выполняются по выданному чертежу или цифровой модели. Для расчётов преподаватель предоставляет необходимые исходные данные: материал, размеры, допуски, характеристики оборудования и справочные значения.

№	Задание	Результат выполнения
1	Проанализировать чертёж ступенчатого вала: выделить обрабатываемые поверхности, требования точности и элементы, затрудняющие изготовление	Перечень требований и обоснованные предложения по повышению технологичности
2	Разделить описание обработки детали на операции, установы и переходы	Структурированное описание технологического процесса
3	Сравнить изготовление заготовки из проката и штамповки при заданной программе выпуска	Обоснованный выбор способа получения заготовки
4	По заданным припускам определить размеры заготовки и коэффициент использования материала	Расчёт с пояснением принятых размеров
5	Разработать последовательность черновой, термической и чистовой обработки вала	Предварительный технологический маршрут
6	Построить схему базирования призматической заготовки по принципу 3–2–1	Эскиз с обозначением опор, баз и ограничиваемых степеней свободы
7	Сравнить две схемы установки вала и рассчитать погрешность базирования для заданного размера	Расчёт и выбор предпочтительной схемы
8	Оценить упругий прогиб заготовки по заданной расчётной схеме и сопоставить его с допустимой погрешностью	Расчёт и предложение по повышению жёсткости установки
9	Выбрать способы обработки и средства контроля для заданных поверхностей	Последовательность обработки и план контроля
10	Подобрать станок и инструмент для токарной или фрезерной операции по заданным характеристикам	Обоснование выбора и проверка ограничений
11	Разработать последовательность обработки отверстия с заданными точностью и шероховатостью	Перечень переходов, инструмента и контрольных действий
12	Рассчитать режимы точения и проверить их по мощности и диапазону частот вращения станка	Расчётная таблица и окончательно принятый режим
13	Рассчитать режимы сверления или фрезерования и основное время обработки	Расчёт с указанием единиц измерения
14	Сравнить два варианта операции по времени обработки и расходу материала при одинаковых требованиях качества	Сравнительная таблица и обоснованное решение
15	Разработать маршрутную карту изготовления детали для заданного станочного парка	Маршрутная карта с указанием оборудования и контроля
16	Составить операционную карту и эскиз установки	Согласованный комплект документов на одну операцию
17	Подготовить простую CAM-операцию, выполнить симуляцию и составить план пробной обработки	Настройки операции, результаты проверки и последовательность освоения

3. Ситуационные задания для текущего контроля

1. **Недостаточная жёсткость детали.** При точении длинного вала получена погрешность формы, связанная с прогибом. Объясните механизм её возникновения и предложите изменения схемы установки и режима обработки.

2. **Несовпадение баз.** Размер на чертеже задан от одной поверхности, а при обработке заготовка установлена на другую. Определите, какие дополнительные исходные данные нужны для расчёта погрешности базирования, и предложите

способ её уменьшения.

3. **Замена оборудования.** Предусмотренный маршрутом станок недоступен. По характеристикам двух альтернативных станков выберите замену и укажите, какие элементы операции потребуется пересмотреть.

4. **Неудовлетворительное качество поверхности.** После обработки шероховатость превышает требуемую. Назовите возможные причины и предложите последовательность проверки инструмента, режима и жёсткости системы.

5. **Избыточный расход материала.** Заготовка из проката обеспечивает качество, но имеет низкий коэффициент использования материала. Предложите альтернативу и объясните, какие производственные и экономические данные нужны для её оценки.

6. **Ошибка CAM-подготовки.** При симуляции обнаружено столкновение держателя инструмента с приспособлением. Предложите варианты исправления и перечислите проверки после изменения операции.

7. **Освоение нового станка с ЧПУ.** Требуется перенести ранее разработанную операцию на новое оборудование. Составьте последовательность проверки совместимости инструмента, оснастки, постпроцессора и управляющей программы.

8. **Расхождение модели и чертежа.** Геометрия CAD-модели соответствует детали, но сведения о допусках и шероховатости отсутствуют. Определите, какие решения нельзя принимать без уточнения технических требований.

4. Контрольные вопросы для промежуточной аттестации

1. Производственный и технологический процессы. Структура технологической операции.
2. Типы производства и их влияние на построение технологического процесса.
3. Исходные данные для проектирования процесса изготовления детали.
4. Анализ рабочего чертежа и оценка технологичности конструкции.
5. Выбор способа получения заготовки с учётом материала, геометрии и программы выпуска.
6. Общие и межоперационные припуски. Факторы, определяющие их величину.
7. Последовательность черновой, получистовой и чистовой обработки. Место термической обработки.
8. Классификация баз. Принципы совмещения и постоянства баз.
9. Ограничение степеней свободы заготовки. Типовые схемы базирования.
10. Погрешности базирования и закрепления. Способы их уменьшения.
11. Выбор установочных и зажимных элементов приспособления.
12. Основные источники погрешностей механической обработки.
13. Влияние жёсткости технологической системы на точность изготовления.
14. Влияние износа инструмента и температурных деформаций на результат обработки.
15. Способы достижения заданного размера при механической обработке.
16. Качество поверхностного слоя и его влияние на эксплуатационные свойства детали.
17. Технологические возможности токарной и фрезерной обработки.
18. Методы обработки отверстий и выбор последовательности переходов.
19. Назначение шлифования в технологическом маршруте.
20. Выбор станка, приспособления и режущего инструмента для заданной операции.
21. Назначение режимов резания и согласование их с возможностями оборудования.
22. Проверка режима обработки по мощности и жёсткости технологической системы.
23. Расчёт основного времени и сравнение эффективности вариантов операции.
24. Рациональное использование материалов, энергии и смазочно-охлаждающих жидкостей.
25. Проектирование маршрута изготовления ступенчатого вала.
26. Особенности проектирования процесса изготовления корпусной детали.
27. Назначение и содержание маршрутной карты, операционной карты и карты эскизов.
28. Организация межоперационного и окончательного контроля.
29. Использование CAD-моделей, CAM-систем и расчётных моделей при подготовке производства.
30. Проверка траекторий, постпроцессирование и последовательность освоения обработки на новом станке с ЧПУ.

5. Практические задания для промежуточной аттестации

Задание 1. Разработка маршрута изготовления ступенчатого вала

По чертежу, программе выпуска и перечню доступного оборудования:

1. Выберите вид заготовки.
2. Назначьте технологические базы.
3. Предложите последовательность операций.
4. Подберите оборудование и инструмент для одной основной операции.
5. Укажите этапы контроля ответственных поверхностей.
6. Объясните, какие требования детали определили ваши решения.

Задание 2. Анализ схемы базирования

По заданному эскизу установки:

1. Определите технологические базы и ограничиваемые степени свободы.
2. Оцените достаточность и обоснованность расположения опор.
3. Рассчитайте погрешность базирования заданного размера.
4. Предложите изменение схемы для повышения точности.

Задание 3. Расчёт токарной операции

По заданным диаметрам, длине обработки, материалу и справочным данным:

1. Назначьте глубину резания, подачу и скорость.
2. Рассчитайте частоту вращения шпинделя.
3. Согласуйте режим с характеристиками станка.
4. Проверьте достаточность мощности.
5. Определите основное время обработки.

Задание 4. Обеспечение точности отверстия

По требованиям к диаметру, расположению оси и шероховатости отверстия:

1. Выберите последовательность обработки.
2. Назначьте базирование и инструмент.
3. Объясните, какие погрешности необходимо учитывать.
4. Выберите средства контроля размера и расположения отверстия.

Задание 5. Проверка технологической документации

В выданной маршрутной и операционной картах найдите ошибки:

1. В последовательности обработки.
2. В выборе оборудования и инструмента.
3. В согласовании баз и операционных размеров.
4. В режимах обработки и единицах измерения.
5. В назначении контроля.

Представьте исправления и объясните последствия каждой выявленной ошибки.

Задание 6. Сравнение вариантов технологического процесса

По двум вариантам изготовления одной детали:

1. Проверьте возможность обеспечения одинаковых требований качества.
2. Сравните расход материала и время изготовления.
3. Оцените соответствие имеющемуся оборудованию.
4. Укажите ограничения по безопасности и использованию ресурсов.
5. Обоснуйте выбор варианта и перечислите недостающие данные, если окончательное решение невозможно.

Задание 7. Проверка CAM-операции

По проекту CAM-обработки или предоставленным изображениям симуляции:

1. Проверьте заготовку, систему координат и инструмент.
2. Выявите столкновения, зарезы и необработанные участки.
3. Предложите корректировки.
4. Укажите проверки, необходимые после постпроцессирования.
5. Составьте последовательность пробной обработки и контроля первой детали.

Задание 8. Оценка деформации при обработке

По заданной упрощённой расчётной схеме:

1. Определите перемещение обрабатываемой поверхности под действием силы.
2. Сопоставьте результат с допустимой составляющей погрешности.
3. Предложите изменение опор, закрепления или режима.
4. Укажите допущения расчёта и факторы, которые модель не учитывает.

6. Принцип формирования аттестационного комплекта

Один комплект для промежуточной аттестации может включать **два теоретических вопроса из разных разделов и одно практическое задание**.

При оценивании учитываются:

- правильность и полнота ответа;
- обоснованность технологических решений;
- корректность расчётов и единиц измерения;
- согласованность базирования, оборудования, инструмента и режимов;
- учёт качества, безопасности и рационального использования ресурсов;
- способность объяснить ограничения принятого решения.

5.2. Темы курсовых работ (проектов)

Курсовых работ не предусмотрено

5.3. Фонд оценочных средств

Для текущего контроля вопросы используются по соответствующей теме. Для промежуточной аттестации выбираются вопросы из разных разделов.
Раздел 1. Построение технологического процесса
1. Чем производственный процесс отличается от технологического?
2. Как соотносятся операция, установ, позиция, переход и рабочий ход?
3. Как тип производства влияет на оборудование и оснастку?
4. Какие исходные данные необходимы для проектирования процесса?
5. Как оценить технологичность конструкции детали?
6. Как выбирают способ получения заготовки?
7. Какие факторы определяют общий и межоперационные припуски?
8. Как устанавливают последовательность черновой, термической и чистовой обработки?
Раздел 2. Точность и качество
9. Чем отличаются конструкторские, технологические и измерительные базы?
10. Как реализуется базирование призматической заготовки по принципу 3–2–1?
11. В чём заключаются принципы совмещения и постоянства баз?
12. Как возникают погрешности базирования и закрепления?
13. Какие источники формируют погрешность механической обработки?
14. Как силы резания и жёсткость системы влияют на точность?
15. Как обработка влияет на шероховатость и свойства поверхностного слоя?
16. Как назначают межоперационный и окончательный контроль?
Раздел 3. Оборудование и режимы обработки
17. Какие технологические возможности имеют токарные и фрезерные станки?
18. Как выбирают последовательность обработки точного отверстия?
19. В каких случаях требуется шлифование?
20. По каким характеристикам выбирают станок и режущий инструмент?
21. Как назначают скорость резания, подачу и глубину резания?
22. Как согласуют расчётный режим с возможностями станка?
23. Как определяют основное время и сравнивают варианты операции?
24. Как обеспечивают рациональное использование материала и энергии при соблюдении требований безопасности?
Раздел 4. Проектирование и цифровая подготовка
25. Какие этапы включает разработка технологического маршрута?
26. Чем различаются маршрутная карта, операционная карта и карта эскизов?
27. Какие особенности учитывают при изготовлении вала и корпусной детали?
28. Какие данные CAD-модели используются в CAM-подготовке?
29. Какие ошибки выявляются при симуляции и для чего нужен постпроцессор?
30. Как организуют освоение операции на новом станке с ЧПУ?
Критерии оценивания отдельного ответа
Балл Характеристика ответа
3 Содержание раскрыто правильно; объяснены причинные связи; приведён подходящий инженерный пример
2 Основное содержание раскрыто; имеются отдельные неточности, не меняющие смысла
1 Ответ фрагментарный; существенные положения раскрыты только после дополнительных вопросов
0 Ответ отсутствует либо содержит принципиально неверное объяснение

5. Тестовые задания
В каждом задании необходимо выбрать один правильный ответ.
1. Технологическая операция — это:
А. Любое перемещение режущего инструмента.
Б. Законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.
В. Весь процесс изготовления изделия.

Г. Только чистовая обработка поверхности.
2. При прочих равных условиях повышение серийности производства обычно делает более обоснованным применение:
А. Специализированной оснастки.
Б. Только ручной обработки.
В. Любого оборудования независимо от затрат.
Г. Исключительно заготовок из проката.
3. Технологическая база используется для:
А. Определения положения заготовки при изготовлении.
Б. Определения цены детали.
В. Назначения материала режущего инструмента.
Г. Определения программы выпуска.
4. Принцип совмещения баз предполагает:
А. Совмещение технологической базы с конструкторской базой соответствующего размера.
Б. Использование максимального числа зажимов.
В. Обработку всех деталей в одном патроне.
Г. Отказ от измерительных баз.
5. Припуск на обработку — это:
А. Допустимое отклонение размера готовой детали.
Б. Слой материала, удаляемый для получения требуемых свойств поверхности и размеров.
В. Расстояние между станками.
Г. Время настройки инструмента.
6. Увеличение усилия закрепления тонкостенной детали может привести к:
А. Деформации детали и погрешности после раскрепления.
Б. Автоматическому устранению всех погрешностей.
В. Изменению химического состава материала.
Г. Исключению необходимости контроля.
7. Для получения точного отверстия после сверления в подходящих условиях может применяться:
А. Подрезание торца.
Б. Развёртывание.
В. Наружное точение.
Г. Отрезание.
8. При скорости резания \(v\), м/мин, и диаметре \(D\), мм, частота вращения определяется выражением:
А. \(n=\pi Dv\).
Б. \(n=1000v/(\pi D)\).
В. \(n=D/(1000v)\).
Г. \(n=v/D^2\).
9. Если расчётная мощность резания превышает доступную мощность на шпинделе, необходимо:
А. Принять режим без изменений.
Б. Пересмотреть режим, инструмент или оборудование.
В. Исключить контроль детали.
Г. Увеличить припуск независимо от условий обработки.
10. Маршрутная карта прежде всего отражает:
А. Последовательность операций изготовления.
Б. Только геометрию готовой детали.
В. Только траекторию инструмента.
Г. Только результаты измерений.
11. Постпроцессор предназначен для:
А. Преобразования данных CAM в программу для определённого станка и системы ЧПУ.
Б. Термической обработки детали.
В. Определения марки материала.
Г. Измерения шероховатости.
12. После успешной CAM-симуляции перед изготовлением первой детали необходимо:
А. Начать обработку без дополнительных проверок.
Б. Проверить программу, наладку, оснастку и инструмент применительно к конкретному станку.
В. Удалить безопасные перемещения.
Г. Исключить пробную обработку.
Ключ: 1 — Б; 2 — А; 3 — А; 4 — А; 5 — Б; 6 — А; 7 — Б; 8 — Б; 9 — Б; 10 — А; 11 — А; 12 — Б.
За правильный ответ начисляется 1 балл. Максимум — 12 баллов.
Результат Оценка
11–12 баллов Отлично
9–10 баллов Хорошо
7–8 баллов Удовлетворительно
0–6 баллов Неудовлетворительно

6. Практические работы и требования к их защите
№ Практическая работа Представляемый результат
1 Анализ чертежа и технологичности вала Перечень требований и технологических затруднений

2 Определение типа производства и структуры операции Обоснование типа производства, описание операции
3 Выбор заготовки Сравнение вариантов и выбранное решение
4 Назначение припусков и размеров заготовки Расчёт и эскиз заготовки
5 Построение маршрута обработки вала Последовательность операций
6 Разработка схем базирования Эскизы с обозначением баз и опор
7 Расчёт погрешности базирования Расчёт для заданной схемы
8 Оценка упругой деформации Расчётная схема, результат и вывод
9 Выбор обработки и средств контроля Таблица поверхностей, методов и контроля
10 Подбор станка и инструмента Проверка технических ограничений
11 Обработка точного отверстия Последовательность переходов
12 Расчёт режима точения Режим и проверка по мощности
13 Расчёт сверления или фрезерования Режим и основное время
14 Сравнение вариантов операции Сравнительная таблица и решение
15 Разработка маршрутной карты Заполненная карта
16 Разработка операционной карты Карта и операционный эскиз
17 Подготовка и проверка CAM-операции Результат симуляции и план пробной обработки

Отчёт содержит исходные данные, решение, расчёты или эскизы, использованные источники и вывод. На защите обучающийся объясняет принятые решения и отвечает на вопросы по своей работе.
Единая шкала оценивания практической работы — 10 баллов
Критерий Максимум
Правильность анализа исходных данных 2
Правильность расчётов или технологического решения 3
Обоснование выбора и учёт ограничений 2
Полнота и согласованность отчёта, эскизов или карт 1
Ответы при защите 2
Итого 10

Работа принимается при результате не менее 6 баллов после устранения ошибок, делающих предложенное решение технически непригодным.
Если CAM-система недоступна, работа № 17 выполняется по предоставленному преподавателем проекту, видеозаписи или изображениям симуляции. В таком случае оценивается анализ операции; самостоятельное владение программой этим заданием не подтверждается.
7. Контрольная работа
Продолжительность — 2 академических часа. Разрешаются калькулятор и предоставленные справочные материалы. Все численные данные ниже являются учебными.
Вариант 1
Задача 1. Режим точения
Исходные данные:
- расчётный диаметр обработки \(D=50\) мм;
- скорость резания \(v=100\) м/мин;
- подача \(s=0,25\) мм/об;
- глубина резания \(t=2\) мм;
- путь рабочего перемещения с учётом врезания и перебега \(L=130\) мм;
- один проход;
- доступные частоты вращения: 500, 630 и 800 об/мин;
- главная составляющая силы резания \(F_c=1200\) Н;
- допустимая мощность на шпинделе — 4 кВт.
Определить расчётную и принятую частоты вращения, фактическую скорость, основное время и мощность резания. Выбрать ближайшую доступную частоту, не превышающую расчётную.
Задача 2. Использование материала
Масса готовой детали — 2,4 кг. Масса заготовки из проката — 4,0 кг, штампованной заготовки — 3,0 кг.
Рассчитать коэффициенты использования материала и массу удаляемого материала для каждого варианта. Объяснить, достаточно ли этих данных для окончательного экономического выбора.
Задача 3. Базирование
Предложить схему базирования призматической заготовки по принципу 3–2–1. Обозначить опоры и ограничиваемые степени свободы. Пояснить различие функций опор и зажимов.
Вариант 2
Задача 1. Режим сверления
Исходные данные:
- диаметр сверла \(D=20\) мм;
- скорость резания \(v=25\) м/мин;
- подача \(s=0,20\) мм/об;
- путь рабочего перемещения \(L=45\) мм;
- один непрерывный проход без промежуточных выводов;
- доступные частоты вращения: 315, 400 и 500 об/мин;

- момент резания \(M=18\) Н·м;
- допустимая мощность на шпинделе — 1,5 кВт.

Определить расчётную и принятую частоты вращения, минутную подачу, основное время и мощность резания. Выбрать ближайшую доступную частоту, не превышающую расчётную.

Задача 2. Использование материала

Масса готовой детали — 1,8 кг. Массы двух альтернативных заготовок — 3,0 и 2,4 кг.

Рассчитать коэффициенты использования материала и массу удаляемого материала. Указать дополнительные сведения для обоснованного выбора заготовки.

Задача 3. Закрепление

После обработки тонкостенной детали размер соответствует требованию в закреплённом состоянии, но выходит за допуск после снятия зажима. Объяснить вероятную причину и предложить три технически обоснованных изменения установки или обработки.

Ответы и ориентиры для преподавателя

Для точения:

\[
n=\frac{1000v}{\pi D},\qquad
v_{\text{ф}}=\frac{\pi Dn}{1000},\qquad
T_o=\frac{L}{sn},\qquad
P_c=\frac{F_cv_{\text{ф}}}{60000}.
\]

Для сверления:

\[
S_{\text{мин}}=sn,\qquad
T_o=\frac{L}{sn},\qquad
P_c=\frac{2\pi nM}{60000}.
\]

Коэффициент использования материала:

\[
K_{\text{им}}=\frac{m_{\text{детали}}}{m_{\text{заготовки}}}.
\]

Показатель	Вариант 1	Вариант 2
Расчётная частота вращения	≈ 637 об/мин	≈ 398 об/мин
Принятая частота	630 об/мин	315 об/мин
Фактическая скорость резания	≈ 98,96 м/мин	≈ 19,79 м/мин
Минутная подача	157,5 мм/мин	63 мм/мин
Основное время	≈ 0,825 мин	≈ 0,714 мин
Мощность резания	≈ 1,98 кВт	≈ 0,594 кВт
Коэффициенты использования материала	0,60 и 0,80	0,60 и 0,75
Масса удаляемого материала	1,6 и 0,6 кг	1,2 и 0,6 кг

В обоих вариантах ограничение по заданной мощности выполняется. Коэффициент использования материала сам по себе не определяет экономическую предпочтительность: необходимы стоимость заготовок, затраты на оснастку, обработку и программа выпуска.

В схеме 3–2–1 три опорные точки ограничивают три степени свободы, две — ещё две, одна — последнюю. Зажимы обеспечивают контакт с опорами. В задаче о тонкостенной детали ожидается объяснение упругой деформации и предложения по распределению усилий зажима, дополнительным опорам или изменению режима.

Оценивание контрольной работы — 20 баллов

- Задача 1: расчёты — 6 баллов; согласование с оборудованием и вывод — 2 балла.
- Задача 2: расчёты — 4 балла; обоснование ограничений выбора — 2 балла.
- Задача 3: правильность объяснения или схемы — 4 балла; обоснование решения — 2 балла.

8. Индивидуальное комплексное задание

Тема: «Разработка технологического процесса изготовления детали»

Преподаватель выдаёт чертёж вала, втулки, фланца или простой корпусной детали, программу выпуска и характеристики доступных станков. Комплект должен содержать достаточные данные для расчётов и выбора оборудования.

Обучающийся представляет:

1. Анализ назначения детали и требований чертежа.
2. Оценку технологичности.
3. Сравнение не менее двух вариантов заготовки.
4. Схемы базирования на основных операциях.
5. Маршрут изготовления.
6. Подбор оборудования, оснастки и инструмента.
7. Расчёт режимов и основного времени одной операции.
8. Маршрутную и операционную карты с эскизом.
9. План контроля ответственных поверхностей.
10. Анализ расхода материала, безопасности и ограничений процесса.
11. План переноса выбранной операции на новый станок с ЧПУ.

Если используются нормативные документы, обучающийся указывает обозначение, редакцию и применённое положение.

Непроверенная актуальность должна быть обозначена; ссылка на документ без объяснения его применения не засчитывается как обоснование.
Критерии итоговой защиты — 20 баллов
Критерий Максимум
Согласованность требований чертежа, заготовки, баз и маршрута 5
Обоснованность оборудования, инструмента и режимов 4
Согласованность технологической документации и контроля 4
Учёт ресурсов, безопасности и освоения оборудования 3
Самостоятельное объяснение решений и устранение замечаний 4
Итого 20

9. Промежуточная аттестация
Предлагаемый комплект включает два теоретических вопроса и одно практическое задание. Практическое задание выдаётся с необходимыми исходными данными.
Билет Теоретические вопросы из раздела 4 Практическое задание
1 4 и 13 Предложить маршрут изготовления вала, базирование и контроль
2 6 и 20 Сравнить две заготовки и выбрать оборудование
3 9 и 26 Проанализировать схему установки и исправить операционную карту
4 12 и 21 Рассчитать режим точения и проверить ограничения станка
5 15 и 18 Выбрать обработку и контроль точного отверстия
6 23 и 24 Сравнить варианты операции по времени, материалу и безопасности
7 27 и 29 Найти ошибки в маршруте и CAM-операции
8 22 и 30 Оценить режим и составить план освоения операции на новом станке

Для расчётных билетов могут использоваться задачи раздела 7 с изменёнными числовыми данными. Для заданий по документации и CAM преподаватель предоставляет карты, эскизы или результаты симуляции с заранее определёнными ошибками и эталоном исправлений.
Оценивание — 40 баллов
Каждый теоретический вопрос — до 10 баллов:
- правильность и полнота — 5;
- объяснение причин и связей — 3;
- инженерный пример — 2.
Практическое задание — до 20 баллов:
- анализ исходных данных — 3;
- правильность решения — 8;
- обоснование и проверка ограничений — 5;
- ясность представления и ответы на вопросы — 4.
10. Предлагаемая итоговая балльная система
Компонент Максимум
Опросы и тестирование 10
Практические работы 10
Контрольная работа 20
Защита индивидуального задания 20
Промежуточная аттестация 40
Итого 100

Баллы за практические работы рассчитываются как среднее арифметическое результатов всех 17 работ. Результаты опросов и тестов переводятся в 10-балльную шкалу пропорционально набранным баллам.
Итоговый результат Предлагаемая оценка
85–100 Отлично
70–84 Хорошо
55–69 Удовлетворительно
Менее 55 Неудовлетворительно

Для положительного результата предлагаются одновременно три условия:
- не менее 55 баллов суммарно;
- не менее 20 из 40 баллов за промежуточную аттестацию;
- приняты все обязательные практические работы и индивидуальное задание.
При зачёте выполнение этих условий соответствует результату «зачтено». При экзамене используется согласованная шкала оценок.
11. Уровни освоения
Уровень Характеристика
Высокий Самостоятельно разрабатывает согласованный процесс, сравнивает альтернативы, проверяет ограничения и объясняет последствия решений

Достаточный Правильно решает типовые задачи; допускает отдельные неточности, которые способен исправить
Пороговый Выполняет основные действия по заданному алгоритму; обосновывает решения с помощью уточняющих вопросов
Недостаточный Допускает принципиальные ошибки в базировании, расчётах или выборе оборудования; не может объяснить и исправить решение

Ошибки, приводящие к невозможности обработки, столкновению, ненадёжному закреплению или превышению ограничений оборудования, должны быть выявлены и исправлены до принятия соответствующего практического задания.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Для текущего контроля целесообразно использовать опросы, тесты, расчётные и ситуационные задачи, защиту практических работ и контрольную работу.
Для промежуточной аттестации — теоретические вопросы и комплексное практическое задание по проектированию технологического процесса.
Индивидуальное расчётно-графическое задание, комплект технологической документации и CAD/CAM-задание можно объединить в одну сквозную работу по изготовлению выбранной детали, оценивая её поэтапно.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Мельников Н.Ф., Бристоль Б.Н., Дементьев В.И.	Технология машиностроения: учебник для машиностроит. техникумов	М.: Машиностроение 1977

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Чумак Н.Г.	Материалы и технология машиностроения: учебник для СПТУ	М.: Машиностроение 1985

6.3. Перечень информационных и образовательных технологий

6.3.1 Компетентностно-ориентированные образовательные технологии

6.3.1.1	КОМПАС-3D — создание моделей деталей и заготовок, выполнение рабочих чертежей и операционных эскизов.
6.3.1.2	САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ» — проектирование технологических процессов, оформление маршрутных и операционных карт, выбор оборудования и инструмента. edu.ascon.ru
6.3.1.3	SprutCAM X — подготовка управляющих программ для станков с ЧПУ, моделирование обработки и проверка траекторий инструмента. SprutCAM X 17 User Manual English
6.3.1.4	LibreOffice Calc и Writer — расчёт режимов резания, припусков и норм времени, оформление расчётных работ и технологической документации.

6.3.2 Перечень информационных справочных систем и программного обеспечения

6.3.2.1	Профессиональные базы данных
6.3.2.2	1. ПОЛИНОМ:MDM «Материалы и Сортаменты» — сведения о материалах и сортаментах для выбора материала детали и заготовки. ascon.ru
6.3.2.3	2. Каталоги стандартов Российского института стандартизации — поиск стандартов по технологическим процессам, точности, качеству поверхностей и технической документации. Российский институт стандартизации
6.3.2.4	Информационные справочные системы
6.3.2.5	1. «Техэксперт: Машиностроительный комплекс» — нормативно-технические документы, справочные и консультационные материалы для машиностроения. cntd.ru
6.3.2.6	2. Информационный ресурс Росстандарта — поиск сведений о ГОСТ, ГОСТ Р и других документах национальной системы стандартизации.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания предназначены для обучающихся направления «Прикладная механика», профиля «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг». Они определяют порядок подготовки к занятиям, выполнения практических и самостоятельных работ, разработки технологической документации и подготовки к промежуточной аттестации.

При изучении дисциплины необходимо последовательно связывать требования к детали с выбором заготовки, технологических баз, методов обработки, оборудования, инструмента и средств контроля. Каждое принятое решение

следует обосновывать исходными данными, расчётами и техническими ограничениями.

1. Общие рекомендации по изучению дисциплины

Освоение дисциплины предполагает посещение лекций, выполнение практических работ, самостоятельное изучение материала и подготовку к контрольным мероприятиям.

Рекомендуется соблюдать следующую последовательность работы:

1. Ознакомиться с темой предстоящего занятия и соответствующими контрольными вопросами.
2. Повторить необходимые сведения из материаловедения, инженерной графики, сопротивления материалов и основ автоматизированного проектирования.
3. Изучить материал лекции, выделить основные понятия, зависимости и правила принятия технологических решений.
4. Выполнить практическое задание и проверить результат.
5. Сформулировать вывод: какие требования обеспечиваются выбранным решением и какие ограничения необходимо учитывать.
6. Подготовиться к защите работы, объясняя ход решения своими словами.

Особое внимание следует уделять правильному употреблению терминов: «операция», «установ», «переход», «база», «припуск», «допуск», «режим резания». Смешение этих понятий приводит к ошибкам при проектировании процесса.

2. Работа на лекционных занятиях

Во время лекции рекомендуется вести краткий структурированный конспект. В него следует включать:

- определения основных понятий;
- последовательность проектирования и расчёта;
- схемы базирования и обработки;
- формулы с обозначениями величин и единицами измерения;
- условия применимости методов;
- инженерные примеры и причины выбора конкретных решений.

При записи формул необходимо указывать, в каких единицах подставляются исходные данные. Следует различать расчётные значения параметров и значения, окончательно принятые с учётом характеристик оборудования.

После лекции необходимо просмотреть конспект, восстановить пропущенные пояснения и ответить на контрольные вопросы по теме. Непонятные положения следует уточнить у преподавателя до выполнения связанной с ними практической работы.

3. Подготовка к практическим занятиям

Перед практическим занятием обучающийся должен:

1. Изучить содержание задания и требования к результату.
2. Повторить теоретический материал по теме.
3. Проверить наличие чертежа, характеристик оборудования и справочных данных.
4. Подготовить необходимые средства расчёта и оформления: калькулятор, электронную таблицу, чертёжные принадлежности или программное обеспечение.
5. Определить, какие величины заданы и какие требуется найти.

Если исходных данных недостаточно, необходимо указать недостающие сведения и уточнить их у преподавателя. Допущения допускаются только при их явном обозначении и обосновании.

Рекомендуется выполнять практические работы на примере одной детали, если это предусмотрено заданием. Такой подход позволяет постепенно сформировать согласованный технологический процесс и использовать результаты при выполнении индивидуального комплексного задания.

4. Выполнение основных видов практических работ

Анализ чертежа и технологичности детали

Изучение чертежа следует начинать с назначения детали, её материала, формы и основных размеров. Далее необходимо определить:

- поверхности, подлежащие обработке;
- требования к размерам, форме и взаимному расположению;
- требования к шероховатости и термической обработке;
- поверхности, пригодные для базирования;

- элементы, затрудняющие доступ инструмента, закрепление или контроль.

Предложения по изменению конструкции должны сохранять назначение детали и выполнение её функциональных требований. Улучшение удобства обработки само по себе не является достаточным основанием для изменения конструкции.

Выбор заготовки и назначение припусков

При выборе заготовки необходимо учитывать материал, геометрию детали, программу выпуска и возможности производства. Сравнение вариантов следует проводить по расходу материала, точности заготовки, объёму последующей обработки и затратам на получение заготовки.

При назначении припусков необходимо различать припуск на сторону и припуск на диаметр. Размеры заготовки следует определять с учётом принятой последовательности обработки и используемых справочных данных.

Коэффициент использования материала характеризует расход материала, но не заменяет полной экономической оценки вариантов.

Разработка схем базирования и закрепления

Схему установки необходимо выполнять в виде понятного эскиза с обозначением базовых поверхностей, опор, зажимов и направления действующих усилий.

Следует проверить:

1. Какие степени свободы ограничиваются опорами.
2. Обеспечивается ли устойчивое положение заготовки.
3. Совмещаются ли технологические базы с базами задаваемых размеров.
4. Не вызывает ли закрепление недопустимую деформацию.
5. Доступны ли обрабатываемые поверхности инструменту.

Зажимы должны обеспечивать контакт заготовки с опорами. Их применение не компенсирует ошибочно выбранную схему базирования.

Расчёт точности и выбор контроля

При анализе точности необходимо выделить основные источники погрешностей: установку, геометрическую точность оборудования, упругие и температурные деформации, износ инструмента.

Полученную расчётную погрешность следует сопоставлять с допустимой величиной, указанной в задании. При использовании упрощённой модели необходимо обозначить её допущения.

Средства контроля выбирают по контролируемому параметру, требуемой точности и доступности поверхности. Необходимо учитывать, что контроль размера не всегда подтверждает соблюдение требований к форме и расположению поверхностей.

Выбор оборудования и инструмента

Выбор станка должен подтверждаться его характеристиками: рабочей зоной, диапазоном частот вращения и подач, мощностью, точностью, жёсткостью и возможностями закрепления.

При выборе инструмента учитываются материал заготовки, вид обработки, геометрия поверхности и требования к качеству. В отчёте необходимо объяснить, почему выбранный инструмент подходит для данной операции.

Расчёт режимов резания и времени обработки

Расчёт рекомендуется выполнять в следующем порядке:

1. Определить вид обработки и количество проходов.
2. Назначить глубину резания.
3. Выбрать подачу и скорость по предоставленным справочным данным.
4. Рассчитать частоту вращения.
5. Согласовать параметры с возможностями станка.
6. Определить фактическую скорость и проверить ограничения по мощности.
7. Рассчитать основное время.
8. Сформулировать вывод о пригодности принятого режима.

Основное время необходимо отличать от полной продолжительности операции, включающей вспомогательные действия и

другие составляющие.

Разработка технологического маршрута и карт

При построении маршрута следует сначала определить обработку базовых поверхностей, затем установить последовательность обработки остальных элементов. Необходимо учитывать разделение черновых и чистовых операций, место термической обработки и контроль ответственных параметров.

Маршрутная карта, операционная карта и эскиз должны быть согласованы между собой. Названия операций, оборудование, базы, инструмент, размеры и режимы не должны противоречить друг другу.

5. Работа в CAD/CAM-системах

Перед подготовкой обработки необходимо проверить соответствие цифровой модели чертежу. Требования к допускам, шероховатости и материалу следует брать из технической документации, если они не представлены в модели.

Подготовку CAM-операции рекомендуется выполнять последовательно:

1. Задать заготовку и систему координат.
2. Выбрать инструмент и учесть геометрию его держателя.
3. Определить обрабатываемые поверхности и стратегию.
4. Назначить режимы и безопасные перемещения.
5. Выполнить симуляцию.
6. Проверить столкновения, зарезы, остаточный припуск и необработанные участки.
7. После исправления ошибок повторить проверку.

Скриншоты должны сопровождаться пояснениями: что проверялось, какие ошибки выявлены и как они устранены.

Успешная симуляция не заменяет проверку управляющей программы и наладки на конкретном станке. Работа на оборудовании допускается только в установленном порядке, после инструктажа и под руководством ответственного преподавателя или специалиста.

6. Организация самостоятельной работы

Самостоятельная работа включает повторение лекций, изучение литературы, подготовку расчётов и документации, выполнение индивидуального задания и подготовку к контролю.

Тематический блок	Основное содержание самостоятельной работы
Структура процесса и технологичность	Анализ выбранной детали и требований к её изготовлению
Заготовки и припуски	Сравнение способов получения заготовки и обоснование обработки
Базирование и закрепление	Разработка схем установки и анализ возможных погрешностей
Точность и качество	Определение источников погрешностей и составление плана контроля
Оборудование и инструмент	Сопоставление технических характеристик и проверка ограничений
Режимы обработки	Расчёты, проверка единиц измерения и анализ влияния параметров
Технологическая документация	Согласование маршрута, карт и эскизов
Цифровая подготовка	Анализ CAM-проверки и подготовка плана освоения операции

Работу рекомендуется распределять в течение семестра. После каждой темы следует сохранять проверенные расчёты и исправленные документы, чтобы использовать их в последующих заданиях.

7. Использование литературы и нормативно-технической документации

При работе с источниками необходимо различать учебное объяснение, справочные данные и нормативные требования.

Для каждого использованного источника следует фиксировать название, автора или организацию, год издания, а для нормативного документа — обозначение и редакцию. В расчётах желательно указывать страницу, таблицу или раздел, из которого получены значения.

Перед применением нормативного требования необходимо проверить актуальность документа и его применимость к заданию. Если проверить редакцию невозможно, это следует обозначить в отчёте.

Материалы из интернета необходимо сопоставлять с учебной литературой, техническими каталогами и официальной документацией. Автоматически сформированные ответы и расчёты подлежат самостоятельной проверке; обучающийся должен уметь объяснить каждый использованный результат.

8. Оформление и защита практических работ

Отчёт рекомендуется составлять в следующей последовательности:

1. Название и номер работы.
2. Исходные данные.
3. Принятые допущения.
4. Последовательность решения.
5. Расчёты, таблицы и эскизы.
6. Проверка результата.
7. Вывод.
8. Использованные источники.

Все обозначения должны быть пояснены, размеры и расчётные величины — снабжены единицами измерения. Эскизы должны позволять понять положение заготовки, инструментов и опор.

В выводе необходимо ответить на вопрос задания: какое решение принято, чем оно обосновано и какие ограничения сохраняются.

При подготовке к защите следует уметь объяснить выбор заготовки, баз, оборудования, инструмента и режимов, а также последствия изменения исходных данных. После замечаний преподавателя необходимо исправить не только отдельный расчёт, но и связанные с ним документы.

9. Выполнение индивидуального комплексного задания

Индивидуальное задание объединяет результаты практических работ в технологический процесс изготовления одной детали.

Работу рекомендуется выполнять по этапам:

- анализ чертежа и выбор заготовки;
- разработка базирования и маршрута;
- выбор оборудования, оснастки и инструмента;
- расчёт одной основной операции;
- оформление карт и плана контроля;
- оценка расхода ресурсов и безопасности;
- подготовка плана освоения операции на новом оборудовании.

Перед представлением задания необходимо проверить согласованность всех частей. Например, изменение заготовки может потребовать пересмотра припусков, маршрута, инструмента и времени обработки.

10. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации

К текущему контролю следует готовиться по вопросам соответствующей темы, повторяя определения, схемы, формулы и выполненные практические работы.

Подготовку к промежуточной аттестации рекомендуется вести по четырём разделам дисциплины:

1. Построение технологического процесса.
2. Обеспечение точности и качества.
3. Выбор оборудования и режимов обработки.
4. Проектирование и цифровая проверка процесса.

При подготовке теоретического ответа необходимо раскрывать понятие, объяснять его применение и приводить инженерный пример.

При решении практического задания следует записать исходные данные, выбрать метод, выполнить расчёт или разработать схему, проверить ограничения и сформулировать вывод. Если данных недостаточно, необходимо объяснить, какие сведения требуются для завершения решения.

Форма аттестации определяется учебным планом. Требования к выполнению работ, критерии оценивания и порядок исправления задолженностей уточняются у преподавателя в начале изучения дисциплины.

11. Типичные ошибки и способы их предупреждения

Типичная ошибка	Как предупредить
Смешение припуска и допуска	Проверять смысл величины и её назначение
Путаница между припуском на сторону и на диаметр	Указывать способ задания припуска на эскизе и в расчёте
Выбор базы без учёта задаваемого размера	Сопоставлять схему установки с размерными связями чертежа

Подстановка величин в разных единицах	Перед расчётом записывать единицы всех параметров
Использование расчётной частоты без проверки станка	Назначать доступную частоту и пересчитывать фактическую скорость
Выбор станка только по габаритам	Проверять мощность, точность, жёсткость и диапазоны режимов
Противоречия между картами и эскизами	Выполнять совместную проверку комплекта документов
Представление симуляции без анализа	Пояснять результаты проверки и выполненные исправления
Вывод без связи с заданием	Указывать принятое решение и подтверждающие его результаты

12. Самопроверка перед сдачей работы

Перед сдачей необходимо убедиться, что:

- исходные данные приведены полностью;
- допущения обозначены;
- расчёты выполнены с правильными единицами измерения;
- оборудование и инструмент соответствуют операции;
- базы и закрепление обеспечивают требуемую обработку;
- карты, расчёты и эскизы согласованы;
- предусмотрен контроль ответственных параметров;
- использованные источники указаны;
- вывод отвечает на поставленную задачу;
- обучающийся может самостоятельно объяснить принятые решения.