Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Министерство науки, высшего образования и инноваций
Кыргызской Республики

Межгосударственная образовательная организация высшего образования Кыргызско-Российский Славянский университет

имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

Высшая школа Природопользования, мехатроники и транспорта

Фонд
оценочных средств

по дисциплине «Технология машиностроения»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки 15.03.03 — РФ, 650500 — КР
ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

Профиль «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»

Квалификация

бакалавр

2026 г.

Фонд оценочных средств предназначен для контроля знаний обучающихся по направлению подготовки 15.03.03 — РФ, 650500 — КР «Прикладная механика», профиль «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг», по программе бакалавриата КРСУ в соответствии с ФГОС 3++ по дисциплине «Технология машиностроения».

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании

Высшей школы Природопользования, мехатроники и транспорта

протокол № 1 от «2 » сентября 2026 г.

Руководитель подразделения

_____ Алсеитов Мирлан Тилегенович

подпись *расшифровка подписи*

Исполнители:

к.ф.-м.н. _____ Герман Константин Анатольевич

должность *подпись* *расшифровка подписи*

к.т.н. _____ Джаманкулов Азамат Кенешбекович

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Заместитель директора по образовательной деятельности
Политехнического института

_____ Комарцов Никита Михайлович

личная подпись расшифровка подписи

Содержание

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

2 Технологическая карта дисциплины

3 Типовые контрольные задания и иные оценочные материалы

4 Методические материалы и процедуры оценивания

5 Методические указания для обучающегося

Приложение 1 Формы фиксации результатов

Сведения о дисциплине

Показатель	Сведения
Дисциплина	Технология машиностроения; раздел Б1.О.3, отдельный полный индекс в РПД не указан
Подготовка	15.03.03 — РФ, 650500 — КР «Прикладная механика»; профиль «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»
Форма и период	Бакалавриат; очная форма; курс 4, семестр 7; 18 недель
Объём	3 ЗЕТ, 108 ч: лекции 16; практические 34; иная контактная работа 0,1; СРС 57,9; всего контактной 50,1 ч
Контроль	Зачёт с оценкой в семестре 7. Лабораторные и курсовые работы не предусмотрены
Основание	РПД утверждена 03.09.2026; одобрена 02.09.2026, протокол № 1; учебный план 26.06.2026, протокол № 11; срок действия 2026–2032
Разработчики	Составители РПД: к.ф.-м.н. Герман Константин Анатольевич; к.т.н. Джаманкулов Азамат Кенешбекович.

Первые две страницы сохранены по макету; реквизиты макета не означают подписания настоящего файла. Интерактивные 2 часа входят в практические занятия 3.2 и 3.7 РПД, по одному часу. Восемь двухчасовых лекций и семнадцать двухчасовых практических занятий составляют предусмотренные 50 аудиторных часов.

РПД имеет приоритет перед аннотационными оговорками дополнительного ФОС: форма контроля уточнена как зачёт с оценкой. Предложенные источником порог 55, минимум 20/40 за аттестацию и требование принятия всех работ не используются как самостоятельные нормативные основания отрицательного итога; применяется шкала Положения с положительным итогом от 60. Рейтинговая карта и регламент разработаны для согласования.

Одинаковые названия занятий 1.5 и 1.6 РПД сохранены в привязке: В1.3 сравнивает способы получения заготовки, В1.4 продолжает сравнение через припуски и размеры. Р0–Р4, полные условия практических и аттестационных задач, второй рубежный комплект и контрольные ориентиры дополнены авторски по темам РПД. Учебные карточки не выдаются за паспорта реального станка, утверждённые документы ЕСТД или выполненные испытания.

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

ОПК-5 Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью

Уровень 1 РПД	Формулировка	Средства и этап
Знать	Знает актуальную нормативно-техническую документацию для решении задач профессиональной деятельности.	A1.1/5–8, A1.7/1–8; A2.10 — начальный; D1.3–4, D1.27–28 — базовый
Уметь	Умеет выбирать нормативно-техническую документацию при решении задач профессиональной деятельности.	A1.1/5–8, A1.7/1–8; A2.10; B1.1, B1.9, B1.15–16; C2; D1.3–4, D1.27–28; D2.1, D2.4–5; B, C, РК — начальный; D — базовый
Владеть	Имеет навыки применения нормативно-технической документаций, при решении задач профессиональной деятельности.	A1.1/5–8, A1.7/1–8; A2.10; B1.1, B1.9, B1.15–16; C2; D1.3–4, D1.27–28; D2.1, D2.4–5; B, C — начальный; D2 — базовый

ОПК-7 Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении

Уровень 1 РПД	Формулировка	Средства и этап
Знать	Знает современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении.	A1.2/1–8, A1.6/7–8; A2.5–6, A2.9 — начальный; D1.23–24 — базовый
Уметь	Умеет выбирать оптимальные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении.	A1.2/1–8, A1.6/7–8; A2.5–6, A2.9; B1.3–4, B1.12–14; C1.4–5, C2; РК2; D1.23–24; D2.3, D2.6; B, C, РК — начальный; D — базовый
Владеть	Имеет навыки применения современных экологичных и безопасных методов рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении.	A1.2/1–8, A1.6/7–8; A2.5–6, A2.9; B1.3–4, B1.12–14; C1.4–5, C2; РК2; D1.23–24; D2.3, D2.6; B, C — начальный; D2 — базовый

ОПК-9 Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование

Уровень 1 РПД	Формулировка	Средства и этап
Знать	Знает основы внедрения и освоения нового технологического оборудование	A1.5/5–8, A1.8/1–8; A2.11–12 — начальный; D1.20–22, D1.29–30 — базовый
Уметь	Умеет выбирать алгоритмы освоения нового технологического оборудования	A1.5/5–8, A1.8/1–8; A2.11–12; B1.10, B1.17; C1.3, C1.6–8, C2; D1.20–22, D1.29–30; D2.7–8; B, C, РК — начальный; D — базовый
Владеть	Имеет навыки внедрения и освоения нового технологического оборудование.	A1.5/5–8, A1.8/1–8; A2.11–12; B1.10, B1.17; C1.3, C1.6–8, C2; D1.20–22, D1.29–30; D2.7–8; B, C — начальный; D2 — базовый

Результат РПД	Формулировка	Средства
3.1.1 Знать	основные типы металлообрабатывающих станков, выполняемые операции и режимы обработки.	A1.5/1–8, A1.6/1–8; A2.7–9; B1.10–13; D1.17–23
3.2.1 Уметь	выбирать оптимальные технологические операции и режимы обработки деталей.	B1.3–5, B1.9–14; РК1–2; C2; D2.1, D2.3–6
3.3.1 Владеть	разработки технологических карт с учетом наличного станочного парка	B1.15–17; C2; D2.1, D2.5, D2.7–8

Формулировки официальных результатов сохранены, включая редакционные особенности РПД. Рабочие шифры заданий не являются новыми индикаторами. Начальный этап проверяется текущим и письменным рубежным контролем, базовый — зачётом; заключительный этап практики настоящей дисциплине не приписывается.

2 Технологическая карта дисциплины

Согласуемая схема основана на реальном комплекте: 17 практических по 1 рейтинговому баллу — 17; тест из 12 заданий — 6; четыре опроса — 4; итоговая интегрированная защита С2 — 13; два РК — 20; зачёт — 40. Итого 100. Из предложенного источником распределения сохранён максимум зачёта 40; вес практических и интеграции уточнён, чтобы каждое занятие давало 1 балл и не дублировало защиту одних и тех же расчётов.

Модуль	Средства и расчёт	Мин.	Макс.	Срок
М1, разделы 1–2	B1.1–9: 90×0,1=9; A2.1–6: 6×0,5=3; два опроса: 12×1/6=2	0	14	Недели 1–9
М1 РК	РК1: 20×0,5	0	10	После раздела 2, ориентир неделя 9
М1 всего	14+10	0	24	9
М2, разделы 3–4	B1.10–17: 80×0,1=8; A2.7–12: 6×0,5=3; два опроса: 12×1/6=2; C2: 20×0,65=13	0	26	Недели 10–18
М2 РК	РК2: 20×0,5	0	10	После раздела 4, ориентир неделя 18

Модуль	Средства и расчёт	Мин.	Макс.	Срок
М2 всего	26+10	0	36	18
До зачёта	ТК 40 + РК 20	0	60	Семестр
Зачёт с оценкой	Два вопроса по 10 + задача 20	0	40	По расписанию
Итого	24+36+40	0	100	Семестр 7

РК выполняются письменно; к ним допускаются все независимо от посещаемости и других работ, п. 3.3 Положения. Посещение и участие фиксируются для обратной связи без бонусов сверх карты. Промежуточные результаты С2 обсуждаются по этапам СРС диагностически; 13 баллов начисляются один раз за итоговую согласованность и самостоятельное объяснение. Ситуации С1 также диагностические, без второго начисления за те же В1.

3 Типовые контрольные задания и иные оценочные материалы

Блок А Проверка знаний

А1 Вопросы по темам РПД

Включены все 64 вопроса из восьми тем раздела 5.1 РПД. Четыре оцениваемых опроса: по два вопроса из завершённых тем, 3–5 минут на каждый. Опросы 1–2 относятся к темам 1–4, опросы 3–4 — к темам 5–8; вопросы выбираются из соответствующих тем без повторения. Максимум вопроса 3, опроса 6, всего 24 первичных×1/6=4 рейтинговых. Без конспекта. 3 — верно, причинные связи и пример; 2 — основа раскрыта с неточностью; 1 — фрагменты с помощью уточнений; 0 — нет или неверно.

Тема 1 Структура процесса и технологичность

Шифр	Вопрос
А1.1/1	Чем технологический процесс отличается от производственного?
А1.1/2	Что понимают под технологической операцией, установом, позицией и переходом? Приведите примеры.
А1.1/3	Чем рабочий ход отличается от вспомогательного?
А1.1/4	Как тип производства влияет на выбор оборудования, оснастки и построение операций?
А1.1/5	Какие сведения рабочего чертежа необходимы для проектирования технологического процесса?
А1.1/6	Какие конструктивные особенности детали затрудняют её изготовление и контроль?
А1.1/7	Как оценить технологичность ступенчатого вала или корпусной детали?
А1.1/8	Какие исходные данные, кроме чертежа, необходимы для разработки технологического маршрута?

Тема 2 Заготовка и последовательность обработки

Шифр	Вопрос

Шифр	Вопрос
А1.2/1	Какие факторы определяют выбор способа получения заготовки?
А1.2/2	В каких случаях целесообразно применять прокат, отливку, поковку или штамповку?
А1.2/3	Как программа выпуска влияет на экономическую целесообразность способа получения заготовки?
А1.2/4	Что такое общий и межоперационный припуски? Как они связаны?
А1.2/5	Какие факторы необходимо учитывать при назначении припусков?
А1.2/6	Почему недостаточный и чрезмерный припуски нежелательны?
А1.2/7	Как определяется последовательность черновой, получистовой и чистовой обработки?
А1.2/8	Как термическая обработка влияет на построение маршрута изготовления детали?

Тема 3 Базирование и закрепление

Шифр	Вопрос
А1.3/1	Чем отличаются конструкторские, технологические и измерительные базы?
А1.3/2	Какие шесть степеней свободы имеет свободное твёрдое тело?
А1.3/3	Как реализуется схема базирования призматической заготовки по принципу 3–2–1?
А1.3/4	Какие степени свободы ограничиваются при установке цилиндрической заготовки в призме?
А1.3/5	В чём заключаются принципы совмещения и постоянства баз?
А1.3/6	Когда возникает погрешность базирования?
А1.3/7	Чем погрешность закрепления отличается от погрешности базирования?
А1.3/8	Как направление и величина усилия зажима влияют на точность обработки?

Тема 4 Точность и качество поверхности

Шифр	Вопрос
А1.4/1	Какие показатели характеризуют точность изготовления детали?
А1.4/2	Какие основные источники погрешностей возникают при механической обработке?
А1.4/3	Как жёсткость технологической системы влияет на точность?
А1.4/4	Как износ инструмента и температурные деформации изменяют обрабатываемый размер?
А1.4/5	Чем получение размера пробными проходами отличается от обработки на настроенном станке?
А1.4/6	Какие свойства поверхностного слоя формируются при обработке?
А1.4/7	Как шероховатость и остаточные напряжения влияют на эксплуатационные свойства детали?
А1.4/8	Как выбрать этапы и средства контроля для поверхности с заданными требованиями?

Тема 5 Методы и возможности станков

Шифр	Вопрос
A1.5/1	Какие поверхности и элементы детали обрабатывают на токарных станках?
A1.5/2	Какие операции выполняют на фрезерных станках?
A1.5/3	Чем различаются сверление, зенкерование, развёртывание и растачивание?
A1.5/4	В каких случаях требуется шлифование?
A1.5/5	По каким характеристикам выбирают станок для заданной операции?
A1.5/6	Когда целесообразно использовать универсальный станок, станок с ЧПУ или обрабатывающий центр?
A1.5/7	Как материал заготовки и характер обработки влияют на выбор режущего инструмента?
A1.5/8	Почему технологические возможности станка нельзя оценивать только по размерам его рабочей зоны?

Тема 6 Режимы и эффективность

Шифр	Вопрос
A1.6/1	Что характеризуют скорость резания, подача и глубина резания?
A1.6/2	В какой последовательности назначают режимы резания?
A1.6/3	Как рассчитывают частоту вращения шпинделя по скорости резания и диаметру обработки?
A1.6/4	Чем подача на оборот отличается от подачи на зуб и минутной подачи?
A1.6/5	Как выполняется проверка выбранного режима по мощности станка?
A1.6/6	Как определяют основное время обработки?
A1.6/7	Какие составляющие времени необходимо учитывать при сравнении вариантов операции?
A1.6/8	Какие технологические решения позволяют уменьшить расход материала и энергии при соблюдении требований качества и безопасности?

Тема 7 Процесс и технологическая документация

Шифр	Вопрос
A1.7/1	Какие этапы включает проектирование технологического процесса изготовления детали?
A1.7/2	Как выбирают последовательность обработки поверхностей ступенчатого вала?
A1.7/3	Какие особенности учитывают при разработке маршрута изготовления корпусной детали?
A1.7/4	Как согласовать маршрут с имеющимся станочным парком?
A1.7/5	Чем отличаются маршрутная и операционная карты?
A1.7/6	Какие сведения должны быть представлены на операционном эскизе?
A1.7/7	Как организовать контроль ответственных размеров на разных этапах изготовления?

Шифр	Вопрос
A1.7/8	По каким критериям сравнивают альтернативные технологические маршруты?

Тема 8 CAD CAM и освоение ЧПУ

Шифр	Вопрос
A1.8/1	Какие данные CAD-модели используются при подготовке обработки?
A1.8/2	Почему геометрической модели недостаточно для определения всех требований к изготовлению?
A1.8/3	Как задаются заготовка, система координат и инструмент в CAM-системе?
A1.8/4	Как выбирают стратегию черновой и чистовой обработки?
A1.8/5	Какие ошибки можно обнаружить при моделировании траекторий?
A1.8/6	Для чего необходим постпроцессор?
A1.8/7	Почему успешная CAM-симуляция не заменяет проверку программы на конкретном оборудовании?
A1.8/8	Какие этапы включает подготовка оборудования и контроль первой изготовленной детали?

A2 Тестовые задания

Один правильный ответ в каждом задании из четырёх вариантов. Блок A2.1–6 после раздела 2, A2.7–12 после раздела 4; по 10 минут. Запишите одну букву. 1 первичный балл за верную букву, 0 за ошибку, отсутствие или несколько ответов; частичных баллов нет. Пересчёт ×0,5. Разрешён непрограммируемый калькулятор; конспект, Интернет и ключи запрещены.

A2.1 Технологическая операция

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.

A2.2 Серийность производства

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.

A2.3 Технологическая база

Технологическая база используется для:

А. Определения положения заготовки при изготовлении.
Б. Определения цены детали.
В. Назначения материала режущего инструмента.
Г. Определения программы выпуска.

А2.4 Совмещение баз

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.

А2.5 Припуск на обработку

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.

А2.6 Закрепление тонкостенной детали

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.

А2.7 Обработка отверстия

Для получения точного отверстия после сверления в подходящих условиях может применяться:

А. Подрезание торца.
Б. Развёртывание.
В. Наружное точение.
Г. Отрезание.

А2.8 Частота вращения

При скорости резания v, м/мин, и диаметре D, мм, частота вращения определяется выражением:

А. $n = \pi D v$.
Б. $n = 1000v / (\pi D)$.
В. $n = D / (1000v)$.
Г. $n = v / D^2$.

А2.9 Ограничение по мощности

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.

А2.10 Маршрутная карта

Маршрутная карта прежде всего отражает:

А. Последовательность операций изготовления.
Б. Только геометрию готовой детали.

В. Только траекторию инструмента.
Г. Только результаты измерений.

А2.11 Постпроцессор

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.

А2.12 Проверка перед обработкой

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.

Блок В Проверка умений

Общий учебный пакет данных

Все данные P0–P4 разработаны для учебного оценивания по РПД. Они доступны в обеих версиях и являются исходными условиями. Задания с отдельными D или массами относятся к независимым учебным объектам; их нельзя подставлять вместо геометрии B01.

P0 Требования к валу B01

Деталь B01 — ступенчатый вал, материал сталь 45 в нормализованном состоянии; термообработка после механической обработки не требуется по учебному заданию. Ось x от левого торца. Длина 120±0,10 мм; участки x=0…30 и 90…120 мм: диаметр 29,980…30,000 мм, Ra 1,6 мкм; участок x=30…90 мм: диаметр 39,90…40,00 мм, Ra 3,2 мкм. Левый уступ x=30±0,05 мм; правый x=90±0,05 мм; разность размеров до уступов является производной, а не дополнительным независимым допуском. Радиальное биение правой шейки относительно оси левой не более 0,03 мм. Торцы Ra 3,2 мкм, фаски концов 1×45°, радиусы переходов к бурту R1. Центровые отверстия как технологические элементы допускаются; угловая ориентация шеек не нормирована. Геометрия показана условно; определяющими являются числовые требования. Для ресурсных сравнений задана учебная масса готовой детали 0,925 кг; малые объёмы фасок и радиусов в массовом расчёте допускается не учитывать.

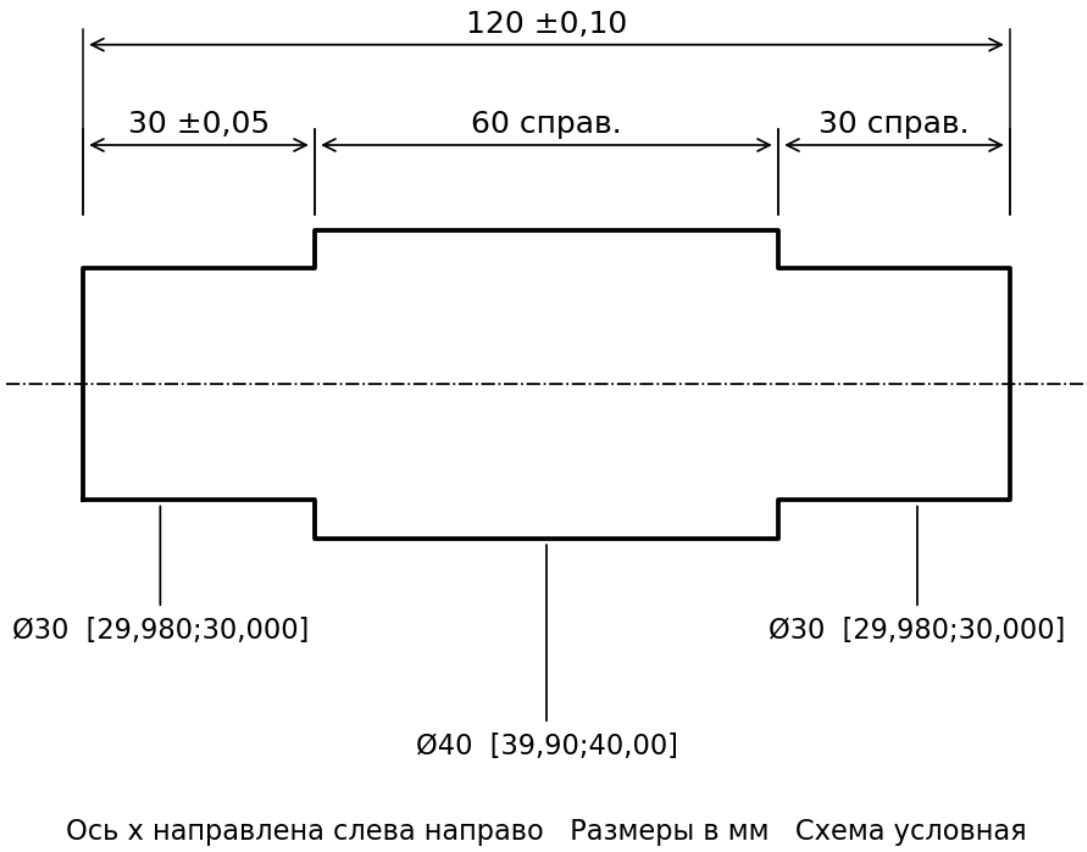


Рисунок 1. Схема вала B01; фаски и R1 условно не показаны, требования заданы текстом P0. Номинальные размеры 60 и правый 30 справочные; правый уступ определяется координатой x=90±0,05 мм.

P1 Программа и заготовки

Программа 6000 деталей в год, партия 100. Вариант A: прокат Ø44 мм, отрезанная длина 124 мм, масса для сравнений 1,48 кг, цена 4,0 условной денежной единицы на заготовку. Вариант B: штампованная заготовка, масса 1,12 кг, цена 6,2; однократная оснастка 900 условных единиц на годовую программу. Сталь и заданное состояние для обоих вариантов одинаковы. Дополнительные технологические данные штамповки: дефектный слой до 0,4 мм на сторону, радиальное отклонение до 0,5 мм; допустимый радиальный запас не менее суммы этих величин и 0,3 мм на последующую обработку. Требуется обосновать, достаточны ли размеры выбранной заготовки; размеры штамповки без эскиза не выдумываются.

P2 Учебный станочный парк

Код	Оборудование	Доступные характеристики
M1	Универсальный токарный	Ø до 200, длина до 600 мм; 500, 630, 800, 1000, 1250 об/мин; доступная мощность на шпинделе 4 кВт; s=0,10…0,40 мм/об
M2	Токарный ЧПУ	Ø до 120, длина до 300 мм; плавно 100…3000 об/мин; 6 кВт; подача 0,05…0,50 мм/об; патрон и задняя бабка
M3	Сверлильный	D сверла до 25 мм; 315, 400, 500 об/мин; 1,5 кВт
M4	Фрезерный ЧПУ	Зона 300×200×150 мм; 400, 630, 800, 1000 об/мин; 3 кВт; три линейные оси
M5	Круглошлифовальный	Ø 10…80 мм, длина до 400 мм; учебно подтверждённая возможность T=0,010 мм, Ra 0,8 мкм при квалифицированной наладке

P3 Учебные технологические возможности

Метод	Условия для сравнения
Чистовое точение	Достижимый учебный диапазон допуска 0,03…0,05 мм, Ra 1,6…3,2 мкм
Шлифование шеек	T 0,010…0,020 мм, Ra 0,8…1,6 мкм; проверить припуск, состояние и наладку
Сверление	Для отверстия Ø20 — допуск 0,20 мм, Ra 6,3 мкм
Развёртывание подготовленного отверстия	При заданной наладке допуск 0,020 мм, Ra 1,6 мкм; исходное положение оси не исправляется автоматически
Растачивание	Для исправления положения оси требуется доступ и привязка к базам; окончательные допуски подтверждаются контролем

P3 — заданные диапазоны для решения учебного выбора, а не универсальная гарантия точности любого станка. Конкретные режимы, геометрия инструмента, прочность зажима и безопасность реальной обработки проверяются по документации оборудования и квалифицированной наладке. Отсутствующие лицензии не предполагаются.

P4 Данные цифровой проверки

P4. Учебный протокол подготовки M2 для B01. Запись 1: в проекте выбрана заготовка Ø42×122 мм, хотя маршрут ссылается на прокат P1. Запись 2: ноль Z проекта установлен на левом торце; запись наладчика — на правом, преобразование не задано. Запись 3: вылет державки 60 мм, в инструкции оснастки допустимо не более 40 мм. Запись 4: проверка только режущей кромки без держателя и патрона; одна траектория быстрого хода пересекает объём мягкого кулачка. Запись 5: диаметральный припуск под последующее шлифование в проекте 0,00 мм; маршрут предусматривает снятие после точения 0,20 мм по диаметру. Запись 6: постпроцессор выбран для M4, машинная модель M2. Запись 7: без контрольного прогона программа помечена готовой к выпуску; контроль первой детали не запланирован. Это зафиксированные учебные события для анализа, а не результат реально выполненной симуляции. Не включайте вращение/движение станка по данному протоколу.

Порядок выполнения B1

Семнадцать работ соответствуют 17 занятиям по 2 часа. Индивидуальный расчёт и оформление ориентировочно 35–50 минут, защита 3–5 минут в пределах занятия. Отчёт: 1–3 страницы, исходные данные и версии P, расчёт/таблица/эскиз, ограничения и вывод.

Разрешены калькулятор, LibreOffice Calc/Writer, конспект и выданные карточки. КОМПАС-3D, ВЕРТИКАЛЬ и SprutCAM X применяются при доступности; базовый анализ по Р4 выполним без САМ.

Критерий В1	Максимум	Показатель
Анализ исходных данных	2	Требования выделены, входы согласованы
Решение	3	Расчёт или технологическое действие корректны
Выбор и ограничения	2	Обоснованы станок, качество, ресурс и ограничения
Отчёт эскиз карта	1	Данные и результат прослеживаются
Защита	2	Объяснение решения и исправлений
Всего	10	Одна оценка на работу, в рейтинг ×0,1

В1.1 Анализ чертежа и технологичности

Практическое занятие РПД 1.2, 2 часа.

По Р0 составьте перечень поверхностей, размеров, допусков, шероховатости и биения. Отделите обязательные требования от допущений. Найдите минимум три технологических затруднения; предложите изменения процесса или запросы на изменение конструкции, не меняя самовольно требований. Укажите, какие решения определяются чертежом, а какие паспортом оборудования.

Представить: исходные данные, решение или эскиз/карту, проверки и ограниченный вывод. Максимум 10 по единой рубрике В1.

В1.2 Тип производства и структура операции

Практическое занятие РПД 1.3, 2 часа.

Учебные данные участка: 160 закреплённых различных операций на 10 рабочих местах за месяц. Рассчитайте Кз.о.=О/М. Для этой задачи принята классификация: К=1 — массовое; 1<К≤10 — крупносерийное; 10<К≤20 — среднесерийное; 20<К≤40 — мелкосерийное; К>40 — единичное. Назовите тип по этой учебной шкале; годовую программу Р1 не используйте как единственное основание. Разделите описание на операции, установы и переходы: на М1 за один установ подрезать левый торец и обработать левую шейку; после переворота подрезать правый торец и обработать правую шейку; на М5 шлифовать шейки в центрах.

Представить: исходные данные, решение или эскиз/карту, проверки и ограниченный вывод. Максимум 10 по единой рубрике В1.

В1.3 Сравнение способов получения заготовки

Практическое занятие РПД 1.5, 2 часа.

Для Р0–Р1 найдите Ким и массу удаляемого материала для А и В. Сравните стоимость только заготовок и долю оснастки на одну деталь при программе 6000. Укажите, каких данных о времени обработки, выходе годных, энергии и безопасности не хватает для окончательного выбора. Отдельно оцените технологические ограничения проката и штамповки.

Представить: исходные данные, решение или эскиз/карту, проверки и ограниченный вывод. Максимум 10 по единой рубрике В1.

B1.4 Размеры заготовки и запас на обработку

Практическое занятие РПД 1.6, 2 часа.

РПД повторяет наименование занятия 1.5 в пункте 1.6. В этом занятии продолжите сравнение: для проката задайте радиальный общий запас 2 мм к максимальному диаметру 40 мм, торцевой запас по 2 мм. Найдите диаметр, длину, идеализированную массу цилиндрической заготовки при $\rho=7{,}85\times10^{-6}$ кг/мм³ и Ким с mдет=0,925 кг. Для штамповки вычислите требуемый минимальный радиальный запас по Р1. Сопоставьте требования с прокатом Ø44×124, не объявляя равенство припусков гарантией качества заготовки.

Представить: исходные данные, решение или эскиз/карту, проверки и ограниченный вывод. Максимум 10 по единой рубрике В1.

B1.5 Предварительный маршрут вала

Практическое занятие РПД 1.7, 2 часа.

Для Р0–Р4 составьте маршрут с подготовкой заготовки и баз, черновой и окончательной обработкой, выполнением фасок и контролем. Согласуйте М1/М2 и М5 с поверхностями; укажите перенос баз, припуски под шлифование и контроль биения. Не назначайте термообработку без требования; объясните, как изменился бы маршрут при её добавлении по новому заданию.

Представить: исходные данные, решение или эскиз/карту, проверки и ограниченный вывод. Максимум 10 по единой рубрике В1.

B1.6 Схемы базирования

Практическое занятие РПД 2.2, 2 часа.

Для вала Р0 изобразите установку в патроне с поддержкой и в центрах с передачей крутящего момента; укажите установочные поверхности, осевое ограничение и условия обработки. Дополнительно для блока 80×50×40 мм задайте оси x вдоль 80, y вдоль 50, z вдоль 40. Постройте схему 3–2–1: три разнесённые точки на нижней плоскости, две на боковой, одна на торце. Укажите ограничиваемые перемещения и повороты и направления зажимов. Отделите функции опор от зажимов; вращение вала при точении является рабочим движением.

Представить: исходные данные, решение или эскиз/карту, проверки и ограниченный вывод. Максимум 10 по единой рубрике В1.

B1.7 Погрешность базирования

Практическое занятие РПД 2.3, 2 часа.

У призматической заготовки толщина H=40±0,10 мм. Нужно фрезеровать паз глубиной h=10±0,05 мм от верхней поверхности. В схеме А нижняя плоскость — технологическая база, высота дна паза над ней z=30 мм задаётся идеально и постоянно; H меняется в указанном допуске. В схеме В отсчёт положения инструмента ведётся непосредственно от верхней поверхности; погрешность этого отсчёта для сравнения равна нулю. Запишите размерные связи, определите диапазон h и составляющую погрешности базирования по каждой схеме; сравните с допуском h. Другие погрешности не равны нулю в реальном процессе — укажите их.

Представить: исходные данные, решение или эскиз/карту, проверки и ограниченный вывод. Максимум 10 по единой рубрике В1.

B1.8 Упругий прогиб заготовки

Практическое занятие РПД 2.5, 2 часа.

Учебная модель: круглый сплошной стальной вал d=20 мм, пролёт между идеальными шарнирными опорами l=300 мм, поперечная сила F=100 Н в середине, E=210000 Н/мм². Принята модель Эйлера–Бернулли: $I=\pi d^4/64$, $f=Fl^3/(48EI)$. Сравните f с допустимой состав-

ляющей 0,010 мм. Оцените ту же идеализацию при пролёте 150 мм и неизменных F,d. Объясните ограничения добавления реальной опоры или люнета и предложите изменение установки.

Представить: исходные данные, решение или эскиз/карту, проверки и ограниченный вывод. Максимум 10 по единой рубрике B1.

B1.9 Обработка и контроль

Практическое занятие РПД 2.6, 2 часа.

Для шеек и средней ступени P0 используйте P3 — учебные возможности методов. Выберите окончательную обработку по размеру и Ra, установите этапы контроля. Доступны: штангенциркуль с пределом ±0,03 мм; микрометр ±0,004 мм; индикатор с ценой деления 0,001 мм; профилометр с заявленной пригодностью для Ra 0,8…6,3 мкм. Объясните, почему цена деления и паспортный предел не заменяют бюджет измерения, методику биения и правило решения. Для диаметра 29,980…30,000 мм предложите проверяемое правило принятия результата без выдуманного фактического измерения.

Представить: исходные данные, решение или эскиз/карту, проверки и ограниченный вывод. Максимум 10 по единой рубрике B1.

B1.10 Выбор станка и инструмента

Практическое занятие РПД 3.2, 2 часа.

Сравните M1 и M2 для вала P0. Проверьте габариты, длину, диапазон n,s и мощность. Для чернового точения доступны державка с вылетом 25 мм и с вылетом 60 мм, одинаковые пластины для стали; допускаемый вылет по учебной инструкции не более 40 мм. Для фрезерования блока 80×50×40 используйте M4, торцевую фрезу Ø40 мм, z=4, максимальный диаметр держателя 50 мм; подтвердите рабочую зону и совместимость, укажите недостающие данные о креплении и режущей геометрии. Отдельно назовите проверки перед освоением M2.

Представить: исходные данные, решение или эскиз/карту, проверки и ограниченный вывод. Максимум 10 по единой рубрике B1.

B1.11 Точное отверстие

Практическое занятие РПД 3.3, 2 часа.

Независимый учебный объект: стальной блок 80×50×40 мм; сквозное отверстие Ø20,000…20,021 мм, Ra 1,6 мкм, отклонение положения оси от заданных баз не более 0,05 мм. Заготовка без отверстия. Предложите последовательность центровки, предварительной обработки и окончательного получения диаметра, оборудование и контроль. Учебные возможности P3 применимы при квалифицированной наладке. Определите, когда развёртывания после сверления недостаточно для исправления оси; недостающие промежуточные размеры запрашиваются, а не выдаются за нормативные.

Представить: исходные данные, решение или эскиз/карту, проверки и ограниченный вывод. Максимум 10 по единой рубрике B1.

B1.12 Точение и проверка мощности

Практическое занятие РПД 3.5, 2 часа.

Отдельная учебная операция для выбранного маршрута: проход Ø44→40 мм по средней ступени. Расчётный диаметр D=44 мм; рекомендуемая для учебного расчёта v=100 м/мин; s=0,25 мм/об; радиальная глубина 2 мм; путь рабочего хода L=64 мм с врезанием и перебегом; один проход; Fc=1200 Н; M1 из P2. Выберите ближайшую доступную частоту не выше расчётной. Определите nрасч,nприн,vф,Sмин,To и Pc, сравните с доступной мощностью 4 кВт. Сила задана для принятого режима, повторно по справочной формуле её не определяют.

Представить: исходные данные, решение или эскиз/карту, проверки и ограниченный вывод. Максимум 10 по единой рубрике B1.

B1.13 Сверление и фрезерование

Практическое занятие РПД 3.6, 2 часа.

Выполните обе части, одна оценка за работу. Сверление: D=20 мм,v=25 м/мин,s=0,20 мм/об,L=45 мм, один непрерывный проход, M=18 Н·м, М3 с 315,400,500 об/мин и 1,5 кВт. Фрезерование: D=40 мм,z=4,v=80 м/мин,sz=0,08 мм/зуб,L=140 мм,один проход,заданная мощность резания 2,2 кВт; М4. Для каждой части примите доступную частоту не выше расчётной, найдите минутную подачу, фактическую скорость и основное время; проверьте мощность. Для сверления используйте момент, для фрезерования сравните заданную мощность с паспортом.

Представить: исходные данные, решение или эскиз/карту, проверки и ограниченный вывод. Максимум 10 по единой рубрике B1.

B1.14 Время ресурсы и качество

Практическое занятие РПД 3.7, 2 часа.

Два маршрута для одной детали с mдет=0,925 кг. А: mзаг=1,48 кг, полное операционное время 6,0 мин на запущенную деталь, энергия 0,045 кВт·ч, выход годных y=0,98. В: 1,12 кг; 4,8 мин; 0,032 кВт·ч; y=0,99. По условию оба обеспечивают одинаковое качество при соблюдении наладки. Рассчитайте Kим, удаляемую массу на заготовку и исходный материал, время и энергию на ожидаемую годную деталь. Для В сведения о СОЖ и обращении со стружкой не подтверждены. Дайте условный выбор и перечень данных для проверки экологичности и безопасности; масса и энергия не доказывают меньший полный экологический след.

Представить: исходные данные, решение или эскиз/карту, проверки и ограниченный вывод. Максимум 10 по единой рубрике B1.

B1.15 Маршрутная карта

Практическое занятие РПД 4.2, 2 часа.

По Р0–Р4 и В1.5 оформите маршрутную карту: код и содержание операции; оборудование; технологические базы; установы; контроль; ссылка на документ исходных требований. Проверьте согласованность заготовки, шеек, припусков под окончательную обработку и биения. Заполните учебную форму F1. Графы реальных утверждений и подписей оставьте пустыми; учебная форма не объявляется утверждённой формой ЕСТД.

Представить: исходные данные, решение или эскиз/карту, проверки и ограниченный вывод. Максимум 10 по единой рубрике B1.

B1.16 Операционная карта и эскиз

Практическое занятие РПД 4.3, 2 часа.

Для операции В1.12 заполните учебную форму F2: исходная/получаемая поверхность, база и схема закрепления, станок, инструмент, переходы, t,s,n,v,L,To, проверка мощности и контроль. Нанесите условное обозначение базы, направления опорных реакций, рабочий ход и контролируемый диаметр на эскиз. Различите расчётный диаметр D44 и получаемый Ø40; назначьте проверку после раскрепления и уточните роль радиусов и окончательной обработки.

Представить: исходные данные, решение или эскиз/карту, проверки и ограниченный вывод. Максимум 10 по единой рубрике B1.

В1.17 CAM и освоение оборудования

Практическое занятие РПД 4.5, 2 часа.

Базовый автономный вариант — аудит учебных данных Р4 и исправление плана; CAM-система для него не требуется. Проверьте модель, заготовку, ноль, инструмент, держатель, безопасные перемещения, остаток и постпроцессор. Составьте исправленный план и перечень повторных проверок до первой детали. При наличии лицензии дополнительно создайте в SprutCAM X простую токарную операцию вала Р0 с отдельным описанием фактической геометрии приспособления и станка; приложите настройки и результаты симуляции. Путь анализа подтверждает навыки проверки процесса, самостоятельное владение CAM засчитывается только по реальному файлу и защите, без добавления баллов.

Представить: исходные данные, решение или эскиз/карту, проверки и ограниченный вывод. Максимум 10 по единой рубрике В1.

Письменный рубежный контроль

Каждый студент выполняет один вариант РК1 и один РК2; каждый максимум 20 первичных×0,5=10 рейтинговых. По 2 академических часа внутри предусмотренных практических занятий, без добавления часов. Разрешены калькулятор и выданные Р0–Р4; конспект и готовый отчёт запрещены. РК1 обобщает разделы 1–2, РК2 — разделы 3–4. В РК2 данные исходной контрольной сохранены, задания документирования/освоения добавлены в пределах той же оценки.

РК1А

Часть 1. У призматической заготовки толщина H=40±0,10 мм. Нужно фрезеровать паз глубиной h=10±0,05 мм от верхней поверхности. В схеме А нижняя плоскость — технологическая база, высота дна паза над ней z=30 мм задаётся идеально и постоянно; H меняется в указанном допуске. В схеме В отсчёт положения инструмента ведётся непосредственно от верхней поверхности; погрешность этого отсчёта для сравнения равна нулю. Запишите размерные связи, определите диапазон h и составляющую погрешности базирования по каждой схеме; сравните с допуском h. Другие погрешности не равны нулю в реальном процессе — укажите их.

Часть 2. Учебная модель: круглый сплошной стальной вал d=20 мм, пролёт между идеальными шарнирными опорами l=300 мм, поперечная сила F=100 Н в середине, E=210000 Н/мм². Принята модель Эйлера–Бернулли: $I=\pi d^4/64$, $f=Fl^3/(48EI)$. Сравните f с допустимой составляющей 0,010 мм. Оцените ту же идеализацию при пролёте 150 мм и неизменных F,d. Объясните ограничения добавления реальной опоры или люнета и предложите изменение установки.

Критерии, всего 20: часть 1 — постановка 2, решение/схема 4, единицы/наглядность 2, вывод 2; часть 2 — те же 2+4+2+2.

РК1Б

Часть 1. Масса детали 2,4 кг, массы заготовок из проката 4,0 кг и штамповки 3,0 кг. Найдите Ким и массу удаляемого материала; укажите недостающие сведения для окончательного экономического и ресурсного выбора.

Часть 2. Для вала Р0 изобразите установку в патроне с поддержкой и в центрах с передачей крутящего момента; укажите установочные поверхности, осевое ограничение и условия обработки. Дополнительно для блока 80×50×40 мм задайте оси x вдоль 80, y вдоль 50, z вдоль 40. Постройте схему 3–2–1: три разнесённые точки на нижней плоскости, две на боковой, одна на торце. Укажите ограничиваемые перемещения и повороты и направления зажимов. Отделите функции опор от зажимов; вращение вала при точении является рабочим движением.

Критерии, всего 20: часть 1 — постановка 2, решение/схема 4, единицы/наглядность 2, вывод 2; часть 2 — те же 2+4+2+2.

РК2А

Часть 1. D=50 мм, v=100 м/мин, s=0,25 мм/об, t=2 мм, L=130 мм с врезанием/перебегом; один проход; доступные n=500,630,800 об/мин; Fc=1200 Н; Рдоп=4 кВт. Примите ближайшую n не выше расчётной; найдите nрасч,nприн,vф,Sмин,To,Pc и вывод по мощности.

Часть 2. Масса детали 2,4 кг, заготовок 4,0 и 3,0 кг. Рассчитайте Ким, удаляемую массу; определите ограничения ресурсного вывода.

Часть 3. По Р4 назовите две проблемы цифровой подготовки и для каждой укажите исправление и повторную проверку. Объясните, почему успешная симуляция не равна готовности станка.

Критерии, всего 20: часть 1 — расчёты 6, согласование и вывод 2; часть 2 — расчёт/анализ 3, ресурс и ограничения/исправления 3; часть 3 — выявление 2, исправления и проверки 3, границы вывода 1.

РК2Б

Часть 1. D=20 мм,v=25 м/мин,s=0,20 мм/об,L=45 мм; один непрерывный проход без выводов; n=315,400,500 об/мин; М=18 Н·м; Рдоп=1,5 кВт. Примите ближайшую n не выше расчётной; найдите nрасч,nприн,Sмин,vф,To,Pc и вывод по мощности.

Часть 2. Масса детали 1,8 кг, заготовок 3,0 и 2,4 кг. Рассчитайте Ким и удаляемую массу. После обработки тонкостенной детали размер в зажиме годен, после освобождения вне допуска. Объясните причину и предложите три изменения установки или режима.

Часть 3. По Р4 назовите две проблемы цифровой подготовки и для каждой укажите исправление и повторную проверку. Объясните, почему успешная симуляция не равна готовности станка.

Критерии, всего 20: часть 1 — расчёты 6, согласование и вывод 2; часть 2 — расчёт/анализ 3, ресурс и ограничения/исправления 3; часть 3 — выявление 2, исправления и проверки 3, границы вывода 1.

Блок С Владение методами и опыт деятельности

С1 Ситуационные задания

Восемь ситуаций соответствуют разделу 5.1 РПД; конкретизированы ссылками на полный учебный пакет. Индивидуальный письменный анализ 10–15 минут и обсуждение 3–5 минут в рамках занятия; разрешены Р0–Р4 и конспект. Диагностическая шкала 0–6: механизм/проблема 0–2, решение 0–2, ограничения и проверка 0–2. Дополнительных рейтинговых баллов нет.

С1.1 Жёсткость

При точении длинного вала получена погрешность формы из-за прогиба. Используйте В1.8; объясните механизм и предложите изменения установки и режима.

С1.2 Базы

Размер задан от верхней поверхности, а установка выполнена на нижнюю. Используйте В1.7; назовите данные размерной цепи и способ уменьшения погрешности.

С1.3 Замена станка

М1 недоступен; для В01 рассмотрите М2 и М4 из Р2. Обоснуйте замену для осевого точения, перечислите изменения инструмента, оснастки, координат, программы и контроля. Не приравнивайте габаритную вместимость к возможности операции.

C1.4 Качество поверхности

После чистового точения шейки получено Ra 3,2 мкм при требовании P0. Данные о вибрациях, износе и фактическом режиме отсутствуют. Предложите порядок проверки инструмента, режима, закрепления и метода измерения, не объявляя единственную причину доказанной.

C1.5 Материал

Для P1 сравните прокат и штамповку. Предложите альтернативу при низком Ким и запросите недостающие экономические и технологические сведения.

C1.6 Столкновение

В учебном P4 зарегистрировано пересечение траектории и мягкого кулачка, держатель не включён в проверку. Предложите исправления, необходимые исходные геометрии и повторные проверки.

C1.7 Новое ЧПУ

Перенос операции с M1 на M2: подготовьте последовательность проверки совместимости инструмента, оснастки, постпроцессора, программы и первой детали; используйте P2–P4.

C1.8 Модель и чертёж

CAD-модель содержит только номинальные цилиндры P0 без допусков, Ra, биения и материала. Укажите решения, которые нельзя утверждать по одной геометрии, и недостающие сведения, подтверждаемые P0.

C2 Единое индивидуальное задание

Разработка согласованного процесса изготовления B01 по P0–P4. Выполняется по четырём этапам СРС из раздела 5. Новый чертёж или массив от преподавателя для базового варианта не требуется. Все результаты B1 используются с исправлениями; повторные баллы за выполненные в B1 расчёты не начисляются. На итоговой защите оцениваются связи между решениями, устранение несогласованностей и самостоятельное объяснение.

Представить записку 6–10 страниц и приложения: анализ требований; сравнение двух заготовок; схемы основных установов; маршрут; оборудование/оснастка/инструмент; расчёт одной операции B1.12; F1 и F2 с эскизом; план контроля шеек/Ra/биения; ресурсное сравнение B1.14 с ограничениями; аудит P4 и план переноса на M2. Источники и использованное ПО обозначить. Защита 7–10 минут на заключительном практическом занятии; разрешены собственные материалы, P0–P4. Окончательная оценка 0–20 первичных×0,65=13 рейтинговых.

Интеграционный критерий C2	**Макс.**
Согласованность требований заготовки баз и маршрута	5
Обоснованность оборудования инструмента и режимов	4
Согласованность документов и контроля	4
Ресурсы безопасность и освоение оборудования	3
Самостоятельное объяснение и устранение замечаний	4
Всего	20

Блок D Зачёт с оценкой

Два теоретических вопроса по 10 и одно полное практическое задание на 20 — всего 40 баллов, без пересчёта в рейтинг. Подготовка 40 минут; ответ и обсуждение 10–15 минут, регламент для согласования с расписанием. 0,1 часа РПД не выдаётся за полную длительность индивидуального ответа. Разрешены калькулятор и общий Р0–Р4, исходные данные билета, чистые формы F1–F2; конспект, готовые отчёты и приложение преподавателя запрещены. Билет выбирается жеребьёвкой.

D1 Теоретические вопросы РПД

D1.1 Производственный и технологический процессы. Структура технологической операции.

D1.2 Типы производства и их влияние на построение технологического процесса.

D1.3 Исходные данные для проектирования процесса изготовления детали.

D1.4 Анализ рабочего чертежа и оценка технологичности конструкции.

D1.5 Выбор способа получения заготовки с учётом материала, геометрии и программы выпуска.

D1.6 Общие и межоперационные припуски. Факторы, определяющие их величину.

D1.7 Последовательность черновой, получистовой и чистовой обработки. Место термической обработки.

D1.8 Классификация баз. Принципы совмещения и постоянства баз.

D1.9 Ограничение степеней свободы заготовки. Типовые схемы базирования.

D1.10 Погрешности базирования и закрепления. Способы их уменьшения.

D1.11 Выбор установочных и зажимных элементов приспособления.

D1.12 Основные источники погрешностей механической обработки.

D1.13 Влияние жёсткости технологической системы на точность изготовления.

D1.14 Влияние износа инструмента и температурных деформаций на результат обработки.

D1.15 Способы достижения заданного размера при механической обработке.

D1.16 Качество поверхностного слоя и его влияние на эксплуатационные свойства детали.

D1.17 Технологические возможности токарной и фрезерной обработки.

D1.18 Методы обработки отверстий и выбор последовательности переходов.

D1.19 Назначение шлифования в технологическом маршруте.

D1.20 Выбор станка, приспособления и режущего инструмента для заданной операции.

D1.21 Назначение режимов резания и согласование их с возможностями оборудования.

D1.22 Проверка режима обработки по мощности и жёсткости технологической системы.

D1.23 Расчёт основного времени и сравнение эффективности вариантов операции.

D1.24 Рациональное использование материалов, энергии и смазочно-охлаждающих жидкостей.

D1.25 Проектирование маршрута изготовления ступенчатого вала.

D1.26 Особенности проектирования процесса изготовления корпусной детали.

D1.27 Назначение и содержание маршрутной карты, операционной карты и карты эскизов.

D1.28 Организация межоперационного и окончательного контроля.

D1.29 Использование CAD-моделей, CAM-систем и расчётных моделей при подготовке производства.

D1.30 Проверка траекторий, постпроцессирование и последовательность освоения обработки на новом станке с ЧПУ.

D2 Полные практические задания

D2.1 Маршрут вала

Деталь B01 — ступенчатый вал, материал сталь 45 в нормализованном состоянии; термообработка после механической обработки не требуется по учебному заданию. Ось x от левого торца. Длина 120±0,10 мм; участки x=0…30 и 90…120 мм: диаметр 29,980…30,000 мм, Ra 1,6 мкм; участок x=30…90 мм: диаметр 39,90…40,00 мм, Ra 3,2 мкм. Левый уступ x=30±0,05 мм; правый x=90±0,05 мм; разность размеров до уступов является производной, а не дополнительным независимым допуском. Радиальное биение правой шейки относительно оси левой не более 0,03 мм. Торцы Ra 3,2 мкм, фаски концов 1×45°, радиусы переходов к бурту R1. Центровые отверстия как технологические элементы допускаются; угловая ориентация шеек не нормирована. Геометрия показана условно; определяющими являются числовые требования. Для ресурсных сравнений задана учебная масса готовой детали 0,925 кг; малые объёмы фасок и радиусов в массовом расчёте допускается не учитывать. Программа 6000 деталей в год, партия 100. Вариант A: прокат Ø44 мм, отрезанная длина 124 мм, масса для сравнений 1,48 кг, цена 4,0 условной денежной единицы на заготовку. Вариант B: штампованная заготовка, масса 1,12 кг, цена 6,2; однократная оснастка 900 условных единиц на годовую программу. Сталь и заданное состояние для обоих вариантов одинаковы. Дополнительные технологические данные штамповки: дефектный слой до 0,4 мм на сторону, радиальное отклонение до 0,5 мм; допустимый радиальный запас не менее суммы этих величин и 0,3 мм на последующую обработку. Требуется обосновать, достаточны ли размеры выбранной заготовки; размеры штамповки без эскиза не выдумываются. Используйте P2–P3. Выберите заготовку и базы, составьте маршрут, подберите станок и инструмент для основной операции и этапы контроля шеек и биения. Объясните ограничения выбора.

D2.2 Анализ базирования

Для вала P0 изобразите установку в патроне с поддержкой и в центрах с передачей крутящего момента; укажите установочные поверхности, осевое ограничение и условия обработки. Дополнительно для блока 80×50×40 мм задайте оси x вдоль 80, y вдоль 50, z вдоль 40. Постройте схему 3–2–1: три разнесённые точки на нижней плоскости, две на боковой, одна на торце. Укажите ограничиваемые перемещения и повороты и направления зажимов. Отделите функции опор от зажимов; вращение вала при точении является рабочим движением. У призматической заготовки толщина H=40±0,10 мм. Нужно фрезеровать паз глубиной h=10±0,05 мм от верхней поверхности. В схеме A нижняя плоскость — технологическая база, высота дна паза над ней z=30 мм задаётся идеально и постоянно; H меняется в указанном допуске. В схеме B отсчёт положения инструмента ведётся непосредственно от верхней поверхности; погрешность этого отсчёта для сравнения равна нулю. Запишите размерные связи, определите диапазон h и составляющую погрешности базирования по каждой схеме; сравните с допуском h. Другие погрешности не равны нулю в реальном процессе — укажите их. Сравните достаточность опор и предпочтительность отсчёта размера.

D2.3 Токарная операция

D=50 мм, v=100 м/мин, s=0,25 мм/об, t=2 мм, L=130 мм с врезанием/перебегом; один проход; доступные n=500,630,800 об/мин; Fc=1200 Н; Pдоп=4 кВт. Примите ближайшую n не выше расчётной; найдите nрасч,nприн,vф,Sмин,To,Pc и вывод по мощности. Сила и рекомендуемые режимы являются учебными входными данными, технологическая пригодность по качеству требует отдельной проверки.

D2.4 Точное отверстие

Независимый учебный объект: стальной блок 80×50×40 мм; сквозное отверстие Ø20,000…20,021 мм, Ra 1,6 мкм, отклонение положения оси от заданных баз не более 0,05

мм. Заготовка без отверстия. Предложите последовательность центровки, предварительной обработки и окончательного получения диаметра, оборудование и контроль. Учебные возможности Р3 применимы при квалифицированной наладке. Определите, когда развёртывания после сверления недостаточно для исправления оси; недостающие промежуточные размеры запрашиваются, а не выдаются за нормативные.

D2.5 Документация

Для вала Р0 выдан ошибочный фрагмент: 005 — окончательно шлифовать шейки до 30,000 мм; 010 — черновое точение с удалением 2 мм на сторону; 015 — контроль только до раскрепления. В операционной карте прохода D=50 мм указано v=100 м/мин,n=800 об/мин,s=0,25 мм/об,L=130 мм,To=0,10 мин,Fc=1200 Н,Рдоп=4 кВт; доступны n=500,630,800 об/мин. Справочная скорость не должна превышаться. Карта не содержит базы и контроля биения. Найдите ошибки, рассчитайте согласованный режим и время; предложите порядок операций и заполнение недостающих реквизитов. Размер после шлифования должен соответствовать всему полю допуска Р0, а не только одному числу.

D2.6 Сравнение вариантов

Два маршрута для одной детали с mдет=0,925 кг. А: mзаг=1,48 кг, полное операционное время 6,0 мин на запущенную деталь, энергия 0,045 кВт·ч, выход годных y=0,98. В: 1,12 кг; 4,8 мин; 0,032 кВт·ч; y=0,99. По условию оба обеспечивают одинаковое качество при соблюдении наладки. Рассчитайте Ким, удаляемую массу на заготовку и исходный материал, время и энергию на ожидаемую годную деталь. Для В сведения о СОЖ и обращении со стружкой не подтверждены. Дайте условный выбор и перечень данных для проверки экологичности и безопасности; масса и энергия не доказывают меньший полный экологический след.

D2.7 CAM и новый станок

Р4. Учебный протокол подготовки М2 для В01. Запись 1: в проекте выбрана заготовка Ø42×122 мм, хотя маршрут ссылается на прокат Р1. Запись 2: ноль Z проекта установлен на левом торце; запись наладчика — на правом, преобразование не задано. Запись 3: вылет державки 60 мм, в инструкции оснастки допустимо не более 40 мм. Запись 4: проверка только режущей кромки без держателя и патрона; одна траектория быстрого хода пересекает объём мягкого кулачка. Запись 5: диаметральный припуск под последующее шлифование в проекте 0,00 мм; маршрут предусматривает снятие после точения 0,20 мм по диаметру. Запись 6: постпроцессор выбран для М4, машинная модель М2. Запись 7: без контрольного прогона программа помечена готовой к выпуску; контроль первой детали не запланирован. Это зафиксированные учебные события для анализа, а не результат реально выполненной симуляции. Не включайте вращение/движение станка по данному протоколу. Предложите исправления и последовательность повторной цифровой, наладочной и контрольной проверки. Отделите проверку проекта от разрешения выпуска.

D2.8 Деформация и освоение операции

Учебная модель: круглый сплошной стальной вал d=20 мм, пролёт между идеальными шарнирными опорами l=300 мм, поперечная сила F=100 Н в середине, E=210000 Н/мм². Принята модель Эйлера–Бернулли: $I=\pi d^4/64$, $f=Fl^3/(48EI)$. Сравните f с допустимой составляющей 0,010 мм. Оцените ту же идеализацию при пролёте 150 мм и неизменных F,d. Объясните ограничения добавления реальной опоры или люнета и предложите изменение установки. При переносе операции на М2 составьте план совместимости инструмента и оснастки, проверки постпроцессора, пробного выполнения и контроля первой детали. Укажите, какие реальные данные станка необходимы.

Комплект билетов

Билет	Вопрос 1	Вопрос 2	Практическая часть
1	D1.4	D1.12	D2.1
2	D1.5	D1.20	D2.6
3	D1.8	D1.27	D2.5
4	D1.10	D1.21	D2.3
5	D1.16	D1.18	D2.4
6	D1.23	D1.24	D2.6
7	D1.26	D1.29	D2.7
8	D1.22	D1.30	D2.8

Билет выдаётся с текстами двух вопросов D1, полным условием указанного D2 и общим пакетом P0–P4. Все условия находятся в настоящем документе; дополнительных незаданных чисел, чертежей и CAM-проектов базовый комплект не требует. Типовые D2.1–8 охватывают восемь видов аттестационных заданий РПД.

Компонент D	Критерии	Макс.
Каждый вопрос	Правильность и полнота 0–5; причины и связи 0–3; инженерный пример 0–2	10
Практическое задание	Анализ данных 0–3; решение 0–8; обоснование и ограничения 0–5; представление и объяснение 0–4	20
Итого	2×10+20	40

4 Методические материалы и процедуры оценивания

4.1 Применение критериев

Для критерия из 1: 1 — выполнено, 0 — нет. Из 2: 2 — полно и верно; 1 — основа верна, имеется исправимый пропуск; 0 — нет или принципиально неверно. Из 3: 3 — полно; 2 — основная часть верна с существенной неточностью; 1 — отдельные верные элементы; 0 — нет или неверный подход. Из 4: 4 — полно; 3 — одно существенное упущение; 2 — примерно половина необходимых действий выполнена верно; 1 — отдельное действие; 0 — нет. Из 5 или 8: полнота 100%, 75%, 50%, 25%, 0% от максимума; балл критерия округляется до целого, 0,5 вверх. Это согласуемая детализация рубрик, не изменение их максимумов.

В расчёте оцениваются размерность, метод, согласование оборудования и ограниченный вывод. При верной постановке отдельная арифметическая ошибка не обнуляет все элементы; одно перенесённое следствие повторно не штрафуется. Принимаются корректные альтернативные маршруты и методы. Отклонение чисел из-за округления до 1% допускается при том же методе, но выбор оборотов не должен нарушать условие «не выше расчётных». Для погрешности B1.7 различают полный диапазон и отклонение от номинала; их смешение является смысловой ошибкой.

При проектном решении фиксируется техническая пригодность: превышение мощности, ненадёжная установка, столкновение и несогласованные координаты должны быть выявлены и исправлены. Это отражается в затронутых критериях и замечаниях, но не создаёт

дополнительного неподтверждённого порога итогового рейтинга. Факт доступа к CAM или успешной симуляции сам по себе не подтверждает освоение станка. Практическая эксплуатация реального оборудования организуется по его инструкции и под руководством ответственного преподавателя.

4.2 Расчёт рейтинга

R=0,1ΣB1+0,5ΣA2+(ΣОпрос)/6+0,65C2+0,5(РК1+РК2)+D. Максимумы: 17+6+4+13+20+40=100. Промежуточные рейтинговые суммы хранятся без округления; только окончательный итог округляется до целого с 0,5 вверх, затем применяется шкала Положения. Первичные критерии сохраняются в ведомости. Карта, сроки и правило округления предложены для согласования.

Итоговый рейтинг	Оценка
85–100	Отлично
70–84	Хорошо
60–69	Удовлетворительно
Менее 60	Неудовлетворительно

Порядок допуска к зачёту, пересдач, исправления оценок, апелляции и хранения определяется действующими локальными актами. Число попыток и календарные сроки, отсутствующие в приложениях, не выдумываются. Изменение оценки фиксируется с датой и основанием. Доступные форматы и адаптации условий согласуются по установленному порядку при сохранении проверяемого результата.

5 Методические указания для обучающегося

5.1 Самостоятельная работа и этапы C2

Пункт РПД	Часы	Продукт и распределение внутри часов	Срок
1.8	14	Анализ B01, заготовки и предварительного маршрута — 10 ч; подготовка к занятиям — 4 ч	Недели 1–5
2.7	14	Базы, точность и план контроля — 10 ч; подготовка и повторение к РК1 — 4 ч	Недели 6–9
3.8	15	Сравнение станков, режимы и время — 11 ч; подготовка к занятиям — 4 ч	Недели 10–14
4.6	14,9	Согласование F1/F2 и аудит CAM — 9,9 ч; подготовка защиты и РК2 — 3 ч; повторение к зачёту — 2 ч	Недели 15–18
Всего	57,9	Единое задание и подготовка без повторного начисления часов	Семестр

Объёмы 14+14+15+14,9=57,9 взяты из РПД; внутреннее распределение является методическим предложением. Работа выполняется на учебных данных B01; курсовой проект, лабораторная работа и отдельный реферат не назначаются. По этапам проводится обратная связь; итоговая интеграционная оценка C2 начисляется один раз.

5.2 Рекомендации обучающемуся

Начинайте с таблицы требований P0: поверхность, размер, допуск, Ra, взаимное расположение и контроль. Сопоставляйте с возможностями метода P3 и станка P2. Различайте

расчётный диаметр, получаемый диаметр, припуск на сторону и по диаметру. Не меняйте требования чертежа для удобства выбранного станка; недостаточные сведения записывайте как запрос.

Для заготовки и маршрута сравнивайте расход материала, последующую обработку, выход годных и затраты на оснастку при одной программе. В расчётах сохраните неокруглённые промежуточные результаты, единицы и фактически принятую частоту. Основное время по рабочему пути не равно полному циклу. Сравнение энергии проводите на одинаковый годный выпуск; отходы, СОЖ и безопасность проверяйте отдельно.

На эскизе базирования выберите оси, покажите опоры, упоры и зажимы, затем перечислите связи и рабочие движения. В расчёте прогиба явно укажите пролёт, силу, сечение, материал и граничные условия. Замена свободного пролёта реальным люнетом требует новой проверки установки и контакта. Контроль выполняется с учётом состояния детали после снятия зажима.

В документах F1–F2 используйте одинаковые обозначения детали, версии требований, баз, станков и режимов. Приводите обозначение и редакцию использованного нормативного/справочного документа и конкретное применённое положение; непроверенный статус обозначайте. Учебные карточки Р не выдаются за действующие государственные стандарты или реальные паспорта. Российский статус стандарта не доказывает его национальное применение в КР.

При цифровой подготовке проверяйте согласованность модели, заготовки, нуля, инструмента, держателя, патрона/приспособления и постпроцессора. После исправления повторите все затронутые проверки. Сохраняйте проект и исходные данные, если CAM доступна; при автономном анализе Р4 отчёт называйте аудитом учебного протокола. Реальную симуляцию или обработку, которых не было, не заявляйте.

К защите С2 подготовьте объяснение связи требований шейки с методом, базы с контролем биения и заготовки с ресурсами. К зачёту повторите все D1 и решите один D2 за 40 минут без преподавательского приложения. Указывайте источники, ПО и использованную помощь; ход решения объясняйте самостоятельно.

Источники и программное обеспечение

1. РПД «Технология машиностроения», КРСУ, утверждена 03.09.2026, разделы 3–6. 2. Приложенный «ФОС_Технология_машиностроения.docx»: тесты, рубрики, исходная контрольная работа и схема интеграционной защиты. 3. Положение о ФОС КРСУ, пп. 3.3–3.4. 4. Макет ФОС для «Прикладной механики». Полные учебные данные Р0–Р4 и конкретизированные задачи разработаны для настоящего комплекта; они не приписываются опубликованным задачникам.

Литература по РПД: Мельников Н.Ф., Бристоль Б.Н., Дементьев В.И. Технология машиностроения: учебник для машиностроительных техникумов. М.: Машиностроение, 1977. Чумак Н.Г. Материалы и технология машиностроения: учебник для СПТУ. М.: Машиностроение, 1985. Конкретные страницы задач в источниках не установлены и не выдумываются.

ПО РПД: КОМПАС-3D — модели и эскизы; САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ» — технологические карты; SprutCAM X — подготовка и симуляция; LibreOffice Calc/Writer — расчёт и отчёт. Доступность и лицензии не предполагаются, для базового автономного комплекта достаточны расчёт и Р4. ПОЛИНОМ:MDM, каталоги Российского института стандартизации и Росстандарта, «Техэксперт» используются по доступности для поиска конкретных документов с проверкой редакции и применимости; настоящие учебные формы не заявляют соответствия какому-либо не проверенному стандарту.

Приложение 1 Формы фиксации результатов

Технология машиностроения. ФИО_____ Группа_____ Семестр 7

Работа	Первичный макс.	Коэффициент	Рейтинг макс.	Получено
B1.1	10	0,1	1	
B1.2	10	0,1	1	
B1.3	10	0,1	1	
B1.4	10	0,1	1	
B1.5	10	0,1	1	
B1.6	10	0,1	1	
B1.7	10	0,1	1	
B1.8	10	0,1	1	
B1.9	10	0,1	1	
B1.10	10	0,1	1	
B1.11	10	0,1	1	
B1.12	10	0,1	1	
B1.13	10	0,1	1	
B1.14	10	0,1	1	
B1.15	10	0,1	1	
B1.16	10	0,1	1	
B1.17	10	0,1	1	
A2.1–6	6	0,5	3	
A2.7–12	6	0,5	3	
Четыре опроса	24	1/6	4	
C2	20	0,65	13	
РК1	20	0,5	10	
РК2	20	0,5	10	
До зачёта	—	—	60	
Зачёт	40	1	40	
Итог	—	—	100	

Лист зачёта с оценкой

ФИО_____ Группа_____ Дата_____ Билет_____

Часть	**Максимум**	**Получено**	**Замечания**
D1 вопрос 1	10		
D1 вопрос 2	10		
D2 практическое	20		
Зачёт	40		
До зачёта	60		
Итог	100		

До округления_____ После округления_____ Оценка_____

Преподаватель_____ Подпись_____

F1 Учебная маршрутная карта

Объект B01. Основание P0–P4. Версия_____ Дата_____ Исполнитель_____

Опер.	Содержание	Оборудование	Базы и установ	Контроль

F2 Учебная операционная карта

Операция_____ Станок_____ Заготовка_____ База и зажим_____
Инструмент/держатель_____ Контроль_____ Ссылка на требования_____

Переход	D мм	t мм	s или sz	n об/мин	v м/мин	L мм	To мин

Эскиз установки и контролируемые размеры:_____
_____
Проверка мощности и ограничений:_____

Лист регистрации изменений

Дата	Раздел	Изменение и основание	Протокол подпись