Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.06.2026 12:15:50
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Транспортный факультет

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
/М.Р. Рыбакова/
«26» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА В МАШИНОСТРОЕНИИ

Направление подготовки/ специальность
13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

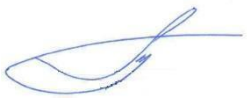
Профиль/ специализация
Поршневые двигатели и турбомашины

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2026

Разработчик(и):
к.т.н., доцент  / Д.А. Уртаев/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики», д.т.н.  /Г.Г. Надарейшвили/

Оглавление

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 6
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 6
3.2. Тематический план изучения дисциплины 7
3.3. Содержание дисциплины 7
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 8
3.4.1. Семинарские/практические занятия 8
3.4.2. Лабораторные занятия 8
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
4.1. Нормативные документы и ГОСТы 8
4.2. Основная литература 9
4.3. Дополнительная литература 9
4.4. Электронные образовательные ресурсы 9
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 9
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 9
5. Материально-техническое обеспечение 10
6. Методические рекомендации 11
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 11
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 12
7. Фонд оценочных средств 12
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 13
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 14
7.3. Оценочные средства 15
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации успеваемости. Вопросы для собеседования со студентами. 18

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков в области технологической подготовки производства (ТПП) деталей и узлов поршневых двигателей и турбомашин, включая разработку технологических процессов, проектирование средств технологического оснащения, нормирование операций и обеспечение технологичности конструкций на четвёртом этапе сквозного проектирования «Технологическая подготовка и экспериментальная верификация».

Задачами дисциплины являются:

- изучение структуры, задач и этапов технологической подготовки производства в машиностроении, нормативно-технической документации и стандартов Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП);
- освоение методов оценки технологичности конструкций деталей и узлов двигателей, выявления элементов, сложных для изготовления, и разработки рекомендаций по их упрощению;
- формирование навыков выбора рациональных методов получения заготовок (литьё, ковка, штамповка, прокат) с учётом материала, серийности и требований к детали;
- изучение методов проектирования технологических процессов механической обработки, включая выбор оборудования, режущего и измерительного инструмента, технологической оснастки;
- приобретение навыков разработки маршрутных и операционных технологических процессов, оформления технологической документации (маршрутных карт, операционных карт, карт эскизов);
- освоение методов расчёта припусков на обработку, режимов резания и технического нормирования операций;
- изучение основ проектирования технологических процессов сборки узлов и агрегатов двигателей, включая выбор схем сборки и методов обеспечения точности;
- формирование умения разрабатывать управляющие программы для станков с числовым программным управлением (ЧПУ) применительно к типовым деталям двигателя.

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-4. Способен оценивать технологичность конструкций, разрабатывать и сопровождать технологические процессы изготовления деталей и сборки узлов поршневых двигателей и турбомашин	**ИПК-4.1.** Способен проводить анализ технологичности детали, выявить сложные для изготовления элементы
	ИПК-4.2. Способен разрабатывать маршрутный технологический процесс изготовления детали
	ИПК-4.3. Способен составлять операционную карту на одну операцию механической обработки с эскизом, режимами резания и оснасткой
	ИПК-4.4. Способен обосновать выбор материала для детали, исходя из условий работы, технологии изготовления и стоимости
	ИПК-4.5. Способен определять необходимый вид и параметры термообработки для достижения заданных свойств
	ИПК-4.6. Способен оценивать влияние материала на выбор метода получения заготовки
	ИПК-4.7. Способен вносить изменения в конструкцию детали для повышения её технологичности без ущерба для функции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	ИПК-4.8. Способен выбирать рациональные конструктивные формы, ориентированные на конкретный метод обработки
	ИПК-4.9. Способен разрабатывать технологический процесс сборки узла

Роль дисциплины в формировании компетенций:

Формирующая. Дисциплина является основной формирующей для компетенции ПК-4, обеспечивая освоение полного цикла технологической подготовки производства деталей и узлов двигателей. Студенты изучают методы оценки технологичности конструкции, технологии получения заготовок (литьё, штамповка, ковка, прокат), методы механической обработки, термической и упрочняющей обработки, а также технологии сборки узлов. В ходе практических занятий и выполнения индивидуальных заданий формируются навыки проведения анализа технологичности деталей и выявления сложных для изготовления элементов (ИПК-4.1); разработки маршрутных технологических процессов (ИПК-4.2); составления операционных карт с эскизами, режимами резания и оснасткой (ИПК-4.3); обоснования выбора материала с учётом условий работы, технологии изготовления и стоимости (ИПК-4.4); определения вида и параметров термообработки (ИПК-4.5); оценки влияния материала на выбор метода получения заготовки (ИПК-4.6); внесения изменений в конструкцию для повышения технологичности (ИПК-4.7); выбора рациональных конструктивных форм, ориентированных на конкретный метод обработки (ИПК-4.8); разработки технологических процессов сборки узлов (ИПК-4.9).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина **«Технологическая подготовка производства в машиностроении»** относится к **части блока Б.1, формируемой участниками образовательных отношений** учебного плана (код дисциплины: Б1.2.16) и изучается в **7-м семестре**.

Данная дисциплина является **ключевым звеном четвёртого этапа сквозного проекта «Технологическая подготовка и экспериментальная верификация»**, обеспечивая разработку технологических процессов изготовления и сборки спроектированных деталей и узлов двигателя, что необходимо для реализации проекта в производстве.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении следующих дисциплин и курсов:

- **Физика** (школьный курс, а также дисциплина «Физика» (Б1.1.26.3, 2-3 семестры): знание физических основ процессов резания, пластической деформации, тепловых явлений необходимо для понимания технологических процессов.
- **Химия** (школьный курс, а также дисциплина «Органическая химия» (Б1.1.10, 1 семестр): знание химических процессов необходимо для понимания методов химико-термической обработки и гальванических покрытий.
- **Графическое проектирование деталей и механизмов энергетических машин** (Б1.1.9, 1-2 семестры): умение читать чертежи необходимо для разработки технологических процессов.
- **Автоматизированное проектирование в двигателестроении** (Б1.1.12, 2-3 семестры): владение CAD-системами необходимо для создания моделей и чертежей, используемых в технологической подготовке.
- **Конструкционные материалы поршневых двигателей и турбомашин** (Б1.1.13, 3 семестр): знание свойств материалов и методов их упрочнения необходимо для выбора методов обработки и режимов термообработки.

- **Нормирование точности и метрология в энергетическом машиностроении** (Б1.1.14, 3 семестр): знание допусков и посадок необходимо для обеспечения точности при разработке технологических процессов.
- **Конструирование и расчет механизмов энергетических установок** (Б1.1.22, 5-6 семестры) и **Конструирование поршневых двигателей** (Б1.2.8, 6 семестр): знание конструкции необходимо для анализа технологичности и разработки процессов изготовления.
- **Разработка конструкторской документации на двигатели и их компоненты** (Б1.2.15, 7 семестр), изучаемая параллельно, обеспечивает наличие полного комплекта КД, необходимого для технологической подготовки.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при изучении следующих дисциплин и освоении элементов образовательной программы, обеспечивая завершение четвёртого и переход к пятому этапу сквозного проекта:

- **Подготовка производства компонентов энергетических установок** (Б1.2.22, 8 семестр): углубляет и расширяет знания в области организации производства (V этап).
- **Диагностика и техническая эксплуатация поршневых двигателей и турбомашин** (Б1.2.18, 8 семестр): знание технологических процессов необходимо для понимания причин возникновения дефектов и разработки методов ремонта (V этап).
- **Интеграция и оформление проектных решений** (Б1.2.19, 8 семестр): результаты технологической подготовки могут быть интегрированы в общий проект (V этап).
- **Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы** (Б3.1, 8 семестр): разработанные технологические процессы могут быть представлены как часть ВКР.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3 зачетные единицы (162 часов)**.

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			7
1	**Аудиторные занятия**	**54**	**54**
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	36	36
1.3	Лабораторные занятия	—	—

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
2	**Самостоятельная работа**	**54**	**54**
3	**Промежуточная аттестация**		
	Экзамен	Экзамен	Экзамен
	Итого	**108**	**108**

3.2. Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Самостоятельная работа
Семестр 7	**Технологическая подготовка производства в машиностроении**					
1	Тема 1. Введение. Основы технологической подготовки производства	12	4	2	2	4
2	Тема 2. Технологичность конструкции и её оценка	18	6	2	4	6
3	Тема 3. Технология получения заготовок для деталей двигателя	22	8	2	6	6
4	Тема 4. Технология механической обработки деталей	24	8	2	6	8
5	Тема 5. Технология изготовления типовых деталей двигателя	24	8	2	6	8

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Самостоятельная работа
6	Тема 6. Технология термической и упрочняющей обработки	16	6	2	4	4
7	Тема 7. Технология сборки узлов двигателя	18	6	2	4	6
8	Тема 8. Технологическая документация и нормирование	14	4	2	2	6
9	Тема 9. Особенности технологической подготовки в различных типах производства	12	4	2	2	4
10	Подготовка к экзамену	2	–	–	–	2
	Итого за 1 семестр	**162**	**54**	**18**	**36**	**54**

3.3. Содержание дисциплины

Семестр 7. Технологическая подготовка производства в машиностроении

Тема 1. Введение. Основы технологической подготовки производства

Цель и задачи технологической подготовки производства (ТПП). Место ТПП в жизненном цикле изделия. Роль дисциплины в сквозном проекте: четвёртый этап – технологическая подготовка с целью обеспечения технологичности конструкции и разработки документации для производства. Структура и функции ТПП на предприятии. Нормативно-техническая документация: Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП), Единая система конструкторской документации (ЕСКД), Единая система технологической документации (ЕСТД). Стадии и этапы ТПП. Взаимосвязь с конструкторской подготовкой.

Тема 2. Технологичность конструкции и её оценка

Понятие технологичности конструкции. Виды технологичности: производственная, эксплуатационная, ремонтная. Показатели технологичности: количественные (трудоёмкость, материалоёмкость, себестоимость, коэффициент унификации) и качественные. Отработка конструкции на технологичность на различных стадиях проектирования. Методы оценки

технологичности. Анализ технологичности деталей поршневого двигателя: поршня, шатуна, коленчатого вала, головки блока цилиндров, клапана. Выявление сложных для изготовления элементов. Внесение изменений в конструкцию для повышения технологичности без ущерба для функции.

Тема 3. Технология получения заготовок для деталей двигателя

Выбор метода получения заготовки в зависимости от материала, конфигурации детали, типа производства и требований к точности. Литейное производство: литьё в песчаные формы (блоки цилиндров, головки блоков), литьё по выплавляемым моделям (лопатки турбин, сложные фасонные детали), литьё в кокиль, литьё под давлением (поршни). Кузнечно-штамповочное производство: свободная ковка (крупные коленчатые валы), горячая объёмная штамповка (шатуны, клапаны), холодная штамповка (прокладки). Прокат (втулки, оси, штифты). Порошковая металлургия (вкладыши подшипников, детали топливной аппаратуры).

Тема 4. Технология механической обработки деталей

Основные методы механической обработки: точение, фрезерование, сверление, растачивание, строгание, протягивание, шлифование, хонингование, суперфиниширование. Режимы резания и факторы, влияющие на их выбор. Точность обработки и качество поверхности. Технологические базы: принципы выбора и смены баз. Погрешности установки и базирования. Припуски на механическую обработку. Современное металлообрабатывающее оборудование: станки с ЧПУ, обрабатывающие центры, многоцелевые станки.

Тема 5. Технология изготовления типовых деталей двигателя

Технология изготовления поршня: особенности конструкции, материал, маршрут обработки. Обработка наружной поверхности, проточка канавок под кольца, сверление отверстий под палец, окончательная обработка юбки. Технология изготовления шатуна: штампованная заготовка, обработка стержня, обработка верхней и нижней головок, чистовое растачивание отверстий под втулки и вкладыши, обработка плоскостей разъёма. Технология изготовления коленчатого вала: штампованная или литая заготовка, центровка, точение коренных и шатунных шеек, фрезерование щёк, сверление масляных каналов, зубофрезерование (при наличии шестерни), термическая обработка, шлифование шеек. Технология изготовления клапана: штампованная заготовка, обработка стержня, обработка тарелки, наплавка, термообработка, шлифование.

Тема 6. Технология термической и упрочняющей обработки

Роль термообработки в обеспечении свойств деталей двигателя. Отжиг и нормализация. Закалка и отпуск (шатуны, коленчатые валы, крепёж). Поверхностная закалка ТВЧ (коленчатые валы, гильзы цилиндров). Химико-термическая обработка: цементация (зубчатые колёса, распределительные валы), азотирование (клапаны, гильзы цилиндров), нитроцементация. Термомеханическая обработка. Контроль качества термообработки.

Тема 7. Технология сборки узлов двигателя

Виды сборки: узловая, общая, стационарная, подвижная. Технологичность конструкции сборочной единицы. Разработка технологической схемы сборки. Выбор методов обеспечения точности сборки (полная взаимозаменяемость, неполная взаимозаменяемость, групповой подбор, пригонка, регулирование). Технология сборки поршневой группы: подбор поршней и колец по размерным группам, запрессовка пальца, установка колец. Сборка шатунно-поршневой группы с коленчатым валом. Балансировка коленчатого вала. Сборка головки блока цилиндров: запрессовка седел и направляющих втулок, установка клапанов, пружин, сухарей. Контроль качества сборки.

Тема 8. Технологическая документация и нормирование

Виды технологических документов: маршрутная карта (МК), операционная карта (ОК), карта эскизов (КЭ), технологическая инструкция (ТИ), ведомость оснастки (ВО). Правила оформления технологической документации по ЕСТД. Техническое нормирование: цели и задачи. Состав технической нормы времени: основное (технологическое) время, вспомогательное время, время обслуживания рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности. Методы расчёта основного времени для различных видов обработки. Определение штучного и штучно-калькуляционного времени.

Тема 9. Особенности технологической подготовки в различных типах производства

Типы производства: единичное, серийное (мелкосерийное, среднесерийное, крупносерийное), массовое. Их характеристика и область применения в двигателестроении. Технологическая подготовка в условиях единичного производства (опытное производство, ремонтное производство). Технологическая подготовка в условиях серийного производства (автомобильные двигатели). Технологическая подготовка в условиях массового производства (двигатели для легковых автомобилей). Особенности разработки технологических процессов для различных типов производства. Автоматизация и механизация производственных процессов.

3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Трудоемкость (час.)
1	Тема 2	Количественная оценка технологичности конструкции детали (на примере поршня)	2
2	Тема 2	Анализ технологичности шатуна и разработка рекомендаций по её повышению	2
3	Тема 3	Выбор метода получения заготовки для коленчатого вала с обоснованием решения	2
4	Тема 4	Выбор технологических баз для обработки поршня	2
5	Тема 4	Расчёт припусков на механическую обработку (на примере вала)	2
6	Тема 5	Разработка маршрутного технологического процесса изготовления поршня	2
7	Тема 5	Разработка маршрутного технологического процесса изготовления шатуна	2
8	Тема 5	Разработка маршрутного технологического процесса изготовления коленчатого вала	2

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Трудоемкость (час.)
9	Тема 5	Разработка операционного технологического процесса для токарной операции (коленчатый вал)	2
10	Тема 5	Разработка операционного технологического процесса для зубофрезерной операции (зубчатое колесо)	2
11	Тема 6	Назначение режимов термической обработки для клапана двигателя	2
12	Тема 7	Разработка технологической схемы сборки поршневой группы	2
13	Тема 7	Разработка технологической схемы сборки головки блока цилиндров	2
14	Тема 8	Разработка маршрутной карты на изготовление детали	2
15	Тема 8	Расчёт нормы времени на токарную операцию	2
16	Тема 9	Сравнительный анализ технологической подготовки для различных типов производства	2
17	Тема 1-9	Комплексная разработка технологического процесса изготовления детали для проектируемого двигателя	4
	Итого		**36**

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены учебным планом.

3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовой проект (курсовая работа) по дисциплине не предусмотрены. Однако результаты освоения дисциплины используются при выполнении выпускной квалификационной работы для разработки технологических рекомендаций по изготовлению спроектированных деталей двигателя и оценки технологичности конструкции.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 2.301-68 — ЕСКД. Форматы и основные размеры чертежей

Стандарт регламентирует размеры форматов чертежей, что важно для оформления технической документации.

2. ГОСТ 2.308-79 — ЕСКД. Обозначения шероховатости поверхности

Определяет символы и методы указания шероховатости на чертежах, важен для контроля качества обработки деталей.

3. ГОСТ 2.601-2013 — ЕСКД. Обозначения допусков и посадок

Стандарт описывает систему допусков и посадок, что критично для обеспечения взаимозаменяемости деталей.

4. ГОСТ 8.315-97 — Государственная система обеспечения единства измерений. Основные термины и определения в области контроля качества продукции машиностроения

Полезен для понимания основ контроля качества и метрологии.

5. ГОСТ 14192-96 — Технологическая документация. Термины и определения

Обеспечивает единообразие терминологии в технологической документации.

6. ГОСТ 2789-73 — Шероховатость поверхности. Основные понятия, параметры и обозначения

Важен для понимания требований к качеству поверхностей после обработки.

7. ГОСТ 24643-81 — Технологические процессы. Основные понятия и определения

Стандарт вводит базовые понятия, используемые при описании технологических процессов.

8. ГОСТ 12.3.002-75 — Безопасность труда. Машины и оборудование. Общие требования безопасности

Рекомендован для изучения вопросов безопасности при работе с машиностроительным оборудованием.

9. ГОСТ 25142-82 — Машиностроение. Контроль геометрических параметров деталей

Регламентирует методы контроля геометрии деталей.

10. ГОСТ 19281-89 — Машины и оборудование. Термины и определения вибрации и шума

Полезен для понимания вопросов вибрации и шума в машиностроении.

4.2. Основная литература

1. Маталин, А. А. Технология машиностроения : учебник для вузов / А. А. Маталин. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 512 с. — ISBN 978-5-507-47642-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/399728

2. Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учебник / А. Н. Ковшов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-0833-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/212438

4.3. Дополнительная литература

1. Кижняев, Ю. И. Технология производства типовых деталей машин : учебное пособие / Ю. И. Кижняев, Б. А. Немцев, П. Д. Яковлев. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 115 с. — ISBN 978-5-906920-85-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/121843 (дата обращения: 04.09.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Копылов, Ю. Р. Технология машиностроения/ Ю. Р. Копылов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 252 с. — ISBN 978-5-507-50742-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/461126
3. Сурина, Н. В. Технология машиностроения: технология производства деталей и узлов горных машин : учебное пособие / Н. В. Сурина. — Москва : МИСИС, 2017. — 159 с. — ISBN 978-5-906846-91-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/115290
4. Кижняев, Ю. И. Технология производства типовых деталей машин : учебное пособие / Ю. И. Кижняев, Б. А. Немцев, П. Д. Яковлев. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 115 с. — ISBN 978-5-906920-85-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/121843

4.4. Электронные образовательные ресурсы

Современные технологии производства двигателей для инновационного транспорта
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=15777

4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Для освоения дисциплины и выполнения учебных, научно-исследовательских и проектных работ в рамках образовательной программы рекомендуется использование следующего лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Microsoft Windows – лицензионная операционная система, используемая для обеспечения работы всех учебных компьютеров и персональных устройств в аудиториях университета. Доступна на всех компьютерах университета в рамках лицензионного соглашения. Студенты могут использовать свободно распространяемые альтернативы (Linux, Astra Linux) для выполнения учебных задач.

Microsoft Office – лицензионный пакет офисных приложений, включающий текстовый редактор Word, табличный процессор Excel, программу для создания презентаций PowerPoint. Используется для оформления расчётно-пояснительных записок, отчётов, презентаций и другой учебной документации. Доступен на компьютерах университета. Свободными аналогами являются LibreOffice и OpenOffice.

КОМПАС-3D – российская система трёхмерного моделирования, широко используемая в отечественном машиностроении. Позволяет выполнять параметрическое моделирование, создавать чертежи в соответствии с ЕСКД, проводить прочностные расчёты в среде APM FEM. Учебная версия доступна для свободного скачивания на сайте разработчика (https://kompas.ru).

4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для успешного освоения образовательной программы и выполнения научно-исследовательских, проектных и выпускных квалификационных работ студентам рекомендуется использовать следующие современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – крупнейшая российская электронная библиотека научных публикаций, интегрированная с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ). Содержит полнотекстовые статьи из научных журналов по энергетическому машиностроению, двигателестроению и смежным отраслям. Позволяет отслеживать публикационную активность и находить актуальные исследования. Доступ открыт с любого компьютера через сеть Интернет по адресу: https://elibrary.ru.

КиберЛенинка – научная электронная библиотека открытого доступа. Содержит полнотекстовые научные статьи, в том числе по техническим наукам, энергетическому машиностроению и двигателестроению. Все материалы доступны бесплатно. Адрес ресурса: https://cyberleninka.ru.

Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов (docs.cntd.ru**)** – бесплатная база нормативных документов, включающая ГОСТы, технические условия, строительные нормы и правила. Удобна для оперативного поиска актуальных стандартов, необходимых при проектировании и расчётах деталей и узлов двигателей. Адрес: https://docs.cntd.ru.

Росстандарт (ФГУП «Стандартинформ») – официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. Содержит информацию о действующих стандартах, технических регламентах и нормативных документах. Адрес: https://www.gost.ru.

Научная библиотека Московского политехнического университета – электронный каталог библиотеки университета, содержащий информацию о фондах учебной и научной литературы. Доступен с любого устройства, имеющего подключение к интернету. Адрес: https://lib.mospolytech.ru.

«Известия вузов. Машиностроение» – рецензируемый научный журнал открытого доступа, публикующий статьи по актуальным проблемам машиностроения, включая двигателестроение. Входит в перечень ВАК. Содержит исследования по рабочему процессу ДВС, динамике, прочности и другим направлениям. Адрес: https://izvuzmash.ru.

Объединение сетевых электронных библиотек (СЭБ) – некоммерческое партнёрство, объединяющее научную и учебную литературу вузов — участников проекта. Обеспечивает доступ к учебно-методическим материалам по техническим специальностям. Доступ осуществляется через портал ЭБС «Лань»: https://e.lanbook.com (авторизация по IP-адресам университета или через личный кабинет).

5. Материально-техническое обеспечение

Для успешного освоения дисциплины используется общий аудиторный фонд университета и специализированные аудитории, закреплённые за кафедрой, имеющие следующее материально-техническое обеспечение:

Наименование специальных помещений	Оснащённость специальных помещений
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-222 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, экран для проектора, переносной ноутбук, проектор. Возможность доступа в интернет.
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-223 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, переносной ноутбук. Возможность доступа в интернет.
Компьютерный класс № Нд-224 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Компьютеры и мебель для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, переносной ноутбук. Возможность доступа в интернет.
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-229 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, переносной ноутбук. Возможность доступа в интернет.

Наименование специальных помещений	Оснащённость специальных помещений
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Н-406 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, экран для проектора, переносной ноутбук, проектор. Возможность доступа в интернет.

6. Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Эффективность освоения дисциплины определяется качеством организации учебного процесса, выбором адекватных форм и методов обучения. Преподавателю необходимо учитывать специфику дисциплины, уровень подготовленности обучающихся и современные образовательные технологии.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- чётко представлять, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- ознакомиться с видами учебной работы и содержанием разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен:

- назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы;
- во вступительной части обосновать место и роль темы, раскрыть её практическое значение, увязать с предыдущим материалом;
- в основной части раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание на ключевых категориях, явлениях и процессах, аргументированно обосновывать собственную позицию, приводить примеры, задавать риторические вопросы;
- руководить конспектированием, подчёркивая необходимость фиксации основных положений;
- в заключительной части сформулировать выводы, объявить план следующего занятия, дать рекомендации по подготовке.

При проведении практических (семинарских) занятий рекомендуется:

- обеспечивать активное участие всех студентов, использовать индивидуальные выступления, групповые дискуссии, решение практических задач, разбор кейсов;
- контролировать степень усвоения материала, поощрять самостоятельный поиск информации.

При проведении лабораторных занятий (при наличии) рекомендуется:

- ознакомить студентов с правилами техники безопасности;
- обеспечить понимание цели и задач каждой работы;
- организовать защиту работ с оценкой понимания сущности изучаемых процессов.

При организации самостоятельной работы студентов следует:

- чётко формулировать задания, указывать сроки выполнения;
- обеспечивать необходимыми учебно-методическими материалами;
- осуществлять регулярный контроль выполнения.

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации рекомендуется:

- использовать разнообразные формы контроля в соответствии с фондом оценочных средств;
- обеспечить объективность оценивания, руководствуясь установленными критериями;
- своевременно доводить результаты до студентов с указанием ошибок и рекомендаций.

В целях повышения эффективности образовательного процесса рекомендуется использовать:

- мультимедийные презентации для визуализации материала;
- интерактивные методы обучения (деловые игры, дискуссии, разбор кейсов);
- дистанционные образовательные технологии;
- материалы, размещённые в системе дистанционного обучения Московского Политеха (СДО-LMS).

6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины осуществляется при контактной работе с преподавателем и в процессе самостоятельной работы. Эффективное освоение предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объёме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы и взять в библиотеке необходимые издания. Доступ к информационным ресурсам организован в читальных залах библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного устройства через беспроводной доступ.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой с рекомендованными источниками и материалами лекций. Начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно.

Каждый студент должен самостоятельно планировать свою работу, исходя из возможностей и приоритетов. Для плодотворной работы важно организовать постоянное рабочее место, чередовать труд и отдых (перерывы каждые 1–2 часа).

Особое место уделяется консультированию как форме обучения и контроля. Консультирование предполагает взаимодействие между преподавателем и студентами, направленное на разрешение проблем.

Для успешного освоения дисциплины рекомендуется:

- систематически посещать лекции, вести конспект;
- готовиться к практическим занятиям заранее, изучая теорию и выполняя задания;
- при наличии лабораторных работ — выполнять их в соответствии с методическими указаниями, оформлять отчёты и готовиться к защите;
- своевременно выполнять задания для самостоятельной работы;
- активно участвовать в обсуждениях, задавать вопросы;
- использовать СДО-LMS для доступа к материалам и выполнения тестов;
- регулярно проверять свои знания с помощью вопросов для самопроверки.

При подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации рекомендуется:

- повторить теоретический материал по соответствующим разделам;
- выполнить практические задания, аналогичные разобранным на занятиях;
- ознакомиться с критериями оценивания;
- систематизировать материал, составить краткий план ответов;
- при необходимости посетить консультацию преподавателя.

Соблюдение данных рекомендаций позволит качественно освоить учебный материал и успешно пройти все формы контроля.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Сформированность компетенций при изучении дисциплины определяется посредством оценки соответствия ответов и/или выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках

мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации (экзамена). Дисциплина «Технологическая подготовка производства в машиностроении» является формирующей для компетенции ПК-4, обеспечивая теоретические знания и практические навыки в области технологической подготовки производства (ТПП) деталей и узлов поршневых двигателей и турбомашин, включая разработку технологических процессов, проектирование средств технологического оснащения, нормирование операций и обеспечение технологичности конструкций на четвёртом этапе сквозного проектирования «Технологическая подготовка и экспериментальная верификация».

В процессе изучения дисциплины оценивается сформированность следующих компетенций и индикаторов:

ПК-4. Способен оценивать технологичность конструкций, разрабатывать и сопровождать технологические процессы изготовления деталей и сборки узлов поршневых двигателей и турбомашин

Индикаторы достижения компетенции:

- **ИПК-4.1.** Способен проводить анализ технологичности детали, выявить сложные для изготовления элементы.
- **ИПК-4.2.** Способен разрабатывать маршрутный технологический процесс изготовления детали.
- **ИПК-4.3.** Способен составлять операционную карту на одну операцию механической обработки с эскизом, режимами резания и оснасткой.
- **ИПК-4.4.** Способен обосновать выбор материала для детали, исходя из условий работы, технологии изготовления и стоимости.
- **ИПК-4.5.** Способен определять необходимый вид и параметры термообработки для достижения заданных свойств.
- **ИПК-4.6.** Способен оценивать влияние материала на выбор метода получения заготовки.
- **ИПК-4.7.** Способен вносить изменения в конструкцию детали для повышения её технологичности без ущерба для функции.
- **ИПК-4.8.** Способен выбирать рациональные конструктивные формы, ориентированные на конкретный метод обработки.
- **ИПК-4.9.** Способен разрабатывать технологический процесс сборки узла.

Дисциплина «Технологическая подготовка производства в машиностроении» является ключевым звеном четвёртого этапа сквозного проекта «Технологическая подготовка и экспериментальная верификация», обеспечивая разработку технологических процессов изготовления и сборки спроектированных деталей и узлов двигателя, что необходимо для реализации проекта в производстве. В ходе изучения дисциплины студент осваивает основы технологической подготовки производства, методы оценки технологичности конструкций, технологию получения заготовок, методы механической обработки, технологию изготовления типовых деталей двигателя, технологию термической и упрочняющей обработки, технологию сборки узлов, оформление технологической документации и нормирование, а также особенности ТПП в различных типах производства.

В процессе изучения дисциплины используются следующие методы контроля.

Текущее (рубежное) тестирование по модулям

Проводится после завершения изучения каждого из двух модулей дисциплины. Тестирование осуществляется в письменной или компьютерной форме и включает вопросы закрытого и открытого типа, а также расчётные задачи, направленные на проверку знаний основ ТПП, методов оценки технологичности, технологии получения заготовок, методов механической обработки, технологии изготовления типовых деталей, технологии термической обработки, технологии сборки, оформления документации и нормирования. Результаты тестирования используются для оценки уровня освоения материала модуля и определения готовности студента к дальнейшему обучению. Проверяемые индикаторы: ИПК-4.1, ИПК-4.2, ИПК-4.3, ИПК-4.4, ИПК-4.5, ИПК-4.6, ИПК-4.7, ИПК-4.8, ИПК-4.9.

Устный опрос (собеседование)

Проводится в ходе практических занятий для проверки понимания студентом теоретического материала, способности аргументированно излагать методы оценки технологичности, выбирать методы получения заготовок, разрабатывать технологические процессы, назначать режимы резания. Устный опрос может быть как индивидуальным, так и фронтальным, и направлен на выявление глубины усвоения материала, умения применять полученные знания для решения профессиональных задач. В рамках сквозного проекта устный опрос позволяет оценить способность студента разрабатывать технологические процессы для проектируемых деталей. Проверяемые индикаторы: ИПК-4.1, ИПК-4.2, ИПК-4.3, ИПК-4.4, ИПК-4.5, ИПК-4.6, ИПК-4.7, ИПК-4.8, ИПК-4.9.

Практические занятия

В ходе выполнения практических заданий (количественная оценка технологичности, анализ технологичности детали, выбор метода получения заготовки, выбор технологических баз, расчёт припусков, разработка маршрутного технологического процесса, разработка операционной карты, назначение режимов термической обработки, разработка технологической схемы сборки, разработка маршрутной карты, расчёт нормы времени) оценивается способность студента применять теоретические знания для решения конкретных профессиональных задач. Результаты выполнения практических заданий фиксируются в виде отчётов, которые защищаются студентом в устной форме. Практические занятия ориентированы на формирование навыков технологической подготовки производства, необходимых для выполнения четвёртого этапа сквозного проекта. Проверяемые индикаторы: ИПК-4.1, ИПК-4.2, ИПК-4.3, ИПК-4.4, ИПК-4.5, ИПК-4.6, ИПК-4.7, ИПК-4.8, ИПК-4.9.

Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены учебным планом. Все практические навыки формируются в ходе практических занятий и самостоятельной работы.

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта является одним из ключевых методов контроля, позволяющим оценить способность студента применять полученные теоретические знания и практические навыки для решения комплексной профессиональной задачи. Задание выполняется студентом самостоятельно в течение семестра и представляет собой разработку раздела сквозного проекта, связанного с технологической подготовкой производства для проектируемого двигателя. Содержание индивидуального задания включает оценку технологичности конструкции детали, выбор метода получения заготовки, разработку маршрутного технологического процесса изготовления детали, разработку операционной карты на одну операцию механической обработки, назначение режимов резания и термообработки, расчёт нормы времени, разработку технологической схемы сборки узла. Индивидуальное задание выполняется в форме пояснительной записки объёмом 10-15 страниц. Защита индивидуального задания проводится в форме презентации результатов перед преподавателем. Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта позволяет комплексно оценить сформированность индикаторов ИПК-4.1, ИПК-4.2, ИПК-4.3, ИПК-4.4, ИПК-4.5, ИПК-4.6, ИПК-4.7, ИПК-4.8 и ИПК-4.9.

Экзамен

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена по завершении изучения дисциплины. Экзамен позволяет комплексно оценить знания, умения и навыки студента по всем разделам дисциплины. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса (по основным разделам технологической подготовки производства) и одно практическое задание (разработка технологического процесса, расчёт режимов резания, нормы времени). Результаты экзамена определяют итоговую оценку по дисциплине и отражают степень сформированности знаний, необходимых для выполнения четвёртого этапа сквозного проекта «Технологическая подготовка и экспериментальная верификация». Проверяемые индикаторы: ИПК-4.1, ИПК-4.2, ИПК-4.3, ИПК-4.4, ИПК-4.5, ИПК-4.6, ИПК-4.7, ИПК-4.8, ИПК-4.9.

Роль дисциплины в оценке результатов сквозного проекта

Дисциплина «Технологическая подготовка производства в машиностроении» формирует фундаментальные знания и навыки, необходимые для выполнения четвёртого этапа сквозного

проекта — «Технологическая подготовка и экспериментальная верификация». В рамках этого этапа студент должен разработать технологические процессы изготовления и сборки деталей и узлов проектируемого двигателя, оценить технологичность конструкции, выбрать методы получения заготовок, назначить режимы обработки, рассчитать нормы времени. Результаты освоения дисциплины оцениваются в ходе защиты индивидуального задания и отчёта по четвёртому этапу сквозного проекта. Оценка сформированности компетенции ПК-4 по дисциплине учитывается при подведении итогов выполнения сквозного проекта в целом.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1 Критерии оценки текущего (рубежного) тестирования по модулям

Текущее (рубежное) тестирование проводится после завершения изучения каждого модуля. Тест состоит из 20 заданий различного типа (выбор правильного ответа, установление соответствия, краткий ответ, расчётная задача). Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за тест — 20.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно более 75% заданий теста (набрано более 15 баллов). Студент, получивший «зачтено», демонстрирует достаточное знание теоретического материала модуля, владеет методами оценки технологичности, знает технологию получения заготовок, умеет разрабатывать технологические процессы, назначать режимы резания, рассчитывать нормы времени. Это свидетельствует о сформированности на пороговом уровне индикаторов ИПК-4.1, ИПК-4.2, ИПК-4.3, ИПК-4.4, ИПК-4.5, ИПК-4.6, ИПК-4.7, ИПК-4.8 и ИПК-4.9 в части теоретических основ технологической подготовки производства.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно менее 75% заданий теста (набрано 15 баллов и менее). Студент, получивший «не зачтено», не владеет основным материалом модуля, допускает грубые ошибки в выборе методов обработки, не может разработать технологический процесс, не знает методов нормирования. Студент обязан ликвидировать задолженность по модулю до прохождения следующего рубежного контроля.

7.2.2 Критерии оценки итогового тестирования по курсу

Итоговое тестирование проводится после завершения изучения всех модулей. Тест состоит из 30 заданий, охватывающих весь материал дисциплины. Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов — 30.

Оценка «отлично» выставляется студенту, набравшему от 29 до 30 баллов (97-100% правильных ответов). Студент демонстрирует системные теоретические знания по всем разделам дисциплины, уверенно оценивает технологичность, разрабатывает технологические процессы, назначает режимы резания, рассчитывает нормы времени. Сформированность индикаторов ИПК-4.1, ИПК-4.2, ИПК-4.3, ИПК-4.4, ИПК-4.5, ИПК-4.6, ИПК-4.7, ИПК-4.8 и ИПК-4.9 оценивается на продвинутом уровне, что позволяет студенту успешно выполнить раздел сквозного проекта, связанный с технологической подготовкой производства.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, набравшему от 24 до 28 баллов (80-97% правильных ответов). Студент в целом демонстрирует системные теоретические знания, владеет большинством терминов, но допускает отдельные неточности в сложных вопросах, связанных с расчётом припусков или выбором оборудования. Сформированность индикаторов оценивается на базовом уровне, достаточном для выполнения сквозного проекта.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, набравшему от 18 до 23 баллов (60-80% правильных ответов). Студент демонстрирует знание основного материала, но допускает ошибки в деталях, испытывает затруднения при разработке маршрутного технологического процесса, не в полной мере владеет профессиональной терминологией. Сформированность индикаторов оценивается на пороговом уровне, что требует дополнительной работы для успешного выполнения сквозного проекта.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, набравшему от 0 до 17 баллов (менее 60% правильных ответов). Студент не демонстрирует системных знаний, не владеет основными понятиями, не может разработать технологический процесс, допускает грубые ошибки. Сформированность индикаторов не достигла порогового уровня, что делает

невозможным выполнение раздела сквозного проекта по технологической подготовке без дополнительной подготовки.

7.2.3 Критерии оценки устного опроса (собеседования)

Оценка «отлично» выставляется студенту, который глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе и логически стройно его излагает. Студент демонстрирует полное знание основ технологической подготовки производства, методов оценки технологичности, технологии получения заготовок, методов механической обработки, технологии изготовления типовых деталей, технологии термической обработки, технологии сборки, оформления документации и нормирования. Уверенно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы, свободно владеет профессиональной терминологией. В контексте сквозного проекта такой уровень подготовки позволяет студенту самостоятельно разрабатывать технологические процессы для проектируемых деталей.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, который твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей. Студент владеет основными понятиями и методами, умеет решать типовые задачи, но может испытывать затруднения при ответе на уточняющие вопросы или при объяснении сложных разделов (например, расчёт припусков). В целом демонстрирует хорошее владение профессиональной терминологией.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей. Студент допускает неточности и ошибки в изложении, испытывает затруднения при выборе методов обработки, обладает фрагментарными знаниями. Ответы на дополнительные вопросы даются с трудом, требуют наводящих вопросов. Профессиональная терминология используется недостаточно уверенно.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части материала, допускает грубые ошибки в изложении, не может разработать технологический процесс. Отсутствует понимание основ технологической подготовки. Не способен ответить на дополнительные вопросы, не владеет профессиональной терминологией. Студент не готов к выполнению раздела сквозного проекта по технологической подготовке.

7.2.4 Критерии оценки практических занятий

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который выполнил практическое задание правильно, в установленные сроки. Студент продемонстрировал понимание методики решения задачи, способность применять теоретические знания для оценки технологичности, выбора заготовки, разработки технологического процесса, назначения режимов резания, расчёта нормы времени. При защите студент аргументирует полученные результаты, отвечает на уточняющие вопросы, демонстрирует владение профессиональной терминологией. В рамках сквозного проекта успешное выполнение практических заданий позволяет студенту овладеть методами технологической подготовки, необходимыми для выполнения четвёртого этапа сквозного проекта.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не выполнил практическое задание, выполнил его не в полном объёме, или выполнил с грубыми ошибками. Студент не понимает методику решения, не может объяснить полученные результаты, не отвечает на вопросы по существу задания, не владеет профессиональной терминологией. Студент обязан выполнить практическое задание повторно в установленные преподавателем сроки.

7.2.5 Критерии оценки индивидуального задания в рамках сквозного проекта

Оценка «отлично» выставляется студенту, который полностью выполнил индивидуальное задание в соответствии с требованиями. Студент демонстрирует глубокое понимание методов технологической подготовки, самостоятельно оценивает технологичность детали, выбирает метод получения заготовки, разрабатывает маршрутный и операционный технологические процессы, назначает режимы резания и термообработки, рассчитывает норму времени, разрабатывает технологическую схему сборки. Пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями, содержит все необходимые расчёты и графические материалы.

При защите студент свободно владеет материалом, аргументированно отвечает на вопросы, демонстрирует понимание взаимосвязи конструкции и технологии. Сформированность индикаторов ИПК-4.1, ИПК-4.2, ИПК-4.3, ИПК-4.4, ИПК-4.5, ИПК-4.6, ИПК-4.7, ИПК-4.8 и ИПК-4.9 оценивается на продвинутом уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, который выполнил индивидуальное задание в полном объёме, но допускает отдельные неточности в расчётах или неполноту в обосновании выбора. Студент демонстрирует понимание методов технологической подготовки, способен выполнять основные этапы, но может испытывать затруднения при выборе оборудования или расчёте режимов резания. Пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями, но содержит незначительные замечания. При защите студент в целом отвечает на вопросы, но может допускать неточности. Сформированность индикаторов оценивается на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который выполнил индивидуальное задание, но допустил существенные ошибки в разработке технологического процесса или не полностью выполнил требуемые разделы. Студент демонстрирует фрагментарные знания методов технологической подготовки, испытывает значительные затруднения при выборе методов обработки. Пояснительная записка оформлена с нарушениями требований. При защите студент отвечает на вопросы неуверенно, требует наводящих вопросов. Сформированность индикаторов оценивается на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не выполнил индивидуальное задание, выполнил его не в полном объёме или допустил грубые ошибки. Студент не демонстрирует понимания методов технологической подготовки, не может разработать технологический процесс. Пояснительная записка отсутствует или оформлена с грубыми нарушениями. При защите студент не отвечает на вопросы, не владеет профессиональной терминологией. Сформированность индикаторов не достигла порогового уровня. Студент обязан выполнить индивидуальное задание повторно в установленные преподавателем сроки.

7.2.6 Критерии оценки ответа на экзамене

Оценка «отлично» выставляется студенту, который глубоко и прочно усвоил программный материал по всем разделам, исчерпывающе и логически стройно излагает ответы на теоретические вопросы. Студент демонстрирует полное знание основ технологической подготовки производства, методов оценки технологичности, технологии получения заготовок, методов механической обработки, технологии изготовления типовых деталей, технологии термической обработки, технологии сборки, оформления документации и нормирования. Уверенно и без ошибок выполнит практическое задание (разработка технологического процесса, расчёт режимов резания, нормы времени), аргументирует последовательность действий, делает обоснованные выводы. Даёт полные ответы на дополнительные вопросы, свободно владеет профессиональной терминологией. Сформированность индикаторов ИПК-4.1, ИПК-4.2, ИПК-4.3, ИПК-4.4, ИПК-4.5, ИПК-4.6, ИПК-4.7, ИПК-4.8 и ИПК-4.9 оценивается на продвинутом уровне, что подтверждает готовность студента к выполнению четвёртого этапа сквозного проекта.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, который твердо знает материал, грамотно и по существу излагает ответы на теоретические вопросы, не допуская существенных неточностей. Студент владеет основными понятиями и методами, умеет решать типовые задачи. Выполняет практическое задание в целом правильно, но может испытывать затруднения при обосновании отдельных этапов. На дополнительные вопросы отвечает в целом правильно, но допускает несущественные ошибки. Сформированность индикаторов оценивается на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, допускает неточности и ошибки в изложении теоретических вопросов. Студент обладает фрагментарными знаниями по отдельным разделам. Выполняет практическое задание с помощью наводящих вопросов или допускает ошибки. Ответы на дополнительные вопросы даются с трудом, профессиональная терминология используется недостаточно уверенно. Сформированность индикаторов оценивается на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает грубые ошибки в изложении теоретических вопросов. Студент не может выполнить практическое задание или выполняет его с грубыми ошибками, не понимает сути задания. Не способен ответить на дополнительные вопросы, не владеет профессиональной терминологией. Сформированность индикаторов не достигла порогового уровня, что делает невозможным выполнение четвёртого этапа сквозного проекта.

7.2.7 Соответствие методов контроля проверяемым индикаторам компетенций

В процессе изучения дисциплины оценивается сформированность знаний и навыков, необходимых для освоения индикаторов компетенции ПК-4. Дисциплина является формирующей для указанной компетенции.

ИПК-4.1. Способен проводить анализ технологичности детали, выявить сложные для изготовления элементы. Формируется через изучение методов оценки технологичности, выявление сложных элементов. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, экзамен.

ИПК-4.2. Способен разрабатывать маршрутный технологический процесс изготовления детали. Формируется через разработку маршрутных карт, выбор последовательности операций. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, экзамен.

ИПК-4.3. Способен составлять операционную карту на одну операцию механической обработки с эскизом, режимами резания и оснасткой. Формируется через разработку операционных карт, эскизов, расчёт режимов резания. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, экзамен.

ИПК-4.4. Способен обосновать выбор материала для детали, исходя из условий работы, технологии изготовления и стоимости. Формируется через изучение свойств материалов, условий работы, экономических факторов. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, экзамен.

ИПК-4.5. Способен определять необходимый вид и параметры термообработки для достижения заданных свойств. Формируется через изучение методов термической и химико-термической обработки. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, экзамен.

ИПК-4.6. Способен оценивать влияние материала на выбор метода получения заготовки. Формируется через изучение методов получения заготовок, их зависимости от материала. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, экзамен.

ИПК-4.7. Способен вносить изменения в конструкцию детали для повышения её технологичности без ущерба для функции. Формируется через изучение методов оптимизации конструкции, повышения технологичности. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, экзамен.

ИПК-4.8. Способен выбирать рациональные конструктивные формы, ориентированные на конкретный метод обработки. Формируется через изучение влияния метода обработки на конструктивные формы. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, экзамен.

ИПК-4.9. Способен разрабатывать технологический процесс сборки узла. Формируется через разработку технологических схем сборки, выбор методов обеспечения точности. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, экзамен.

Оценка сформированности знаний и навыков осуществляется комплексно с использованием всех методов контроля. Результаты текущего и итогового тестирования, устных опросов, выполнения практических заданий, защиты индивидуального задания в рамках сквозного проекта, а также экзамена учитываются при формировании итоговой оценки по дисциплине и оценке выполнения четвёртого этапа сквозного проекта. Дисциплина «Технологическая подготовка производства в машиностроении» закладывает содержательную

основу для завершающего этапа сквозного проекта, обеспечивая студента знаниями и навыками, необходимыми для разработки технологических процессов изготовления и сборки деталей, оценки технологичности конструкции, выбора оборудования и оснастки, нормирования операций.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

7.3.1.1 Модульная структура дисциплины

Дисциплина изучается в 7-м семестре. Семестр делится на два равных модуля (периода), каждый из которых включает определенные темы.

Модуль 1 (недели 1–8) — Основы ТПП. Технологичность. Получение заготовок. Механическая обработка

Включает темы: Тема 1. Введение. Основы технологической подготовки производства; Тема 2. Технологичность конструкции и её оценка; Тема 3. Технология получения заготовок для деталей двигателя; Тема 4. Технология механической обработки деталей; Тема 5. Технология изготовления типовых деталей двигателя.

Модуль 2 (недели 9–16) — Термообработка. Сборка. Документация. Нормирование. Типы производства

Включает темы: Тема 6. Технология термической и упрочняющей обработки; Тема 7. Технология сборки узлов двигателя; Тема 8. Технологическая документация и нормирование; Тема 9. Особенности технологической подготовки в различных типах производства.

7.3.1.2 Рубежный контроль по модулям (устный опрос/собеседование)

7.3.1.2.1 Модуль 1. Основы ТПП. Технологичность. Получение заготовок. Механическая обработка

Перечень вопросов для собеседования:

1. Цель и задачи технологической подготовки производства (ТПП). Место ТПП в жизненном цикле изделия. Роль дисциплины в сквозном проекте: четвёртый этап — технологическая подготовка с целью обеспечения технологичности конструкции и разработки документации для производства.
2. Структура и функции ТПП на предприятии. Нормативно-техническая документация: Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП), Единая система конструкторской документации (ЕСКД), Единая система технологической документации (ЕСТД).
3. Стадии и этапы ТПП. Взаимосвязь с конструкторской подготовкой.
4. Понятие технологичности конструкции. Виды технологичности: производственная, эксплуатационная, ремонтная.
5. Показатели технологичности: количественные (трудоёмкость, материалоёмкость, себестоимость, коэффициент унификации) и качественные.
6. Отработка конструкции на технологичность на различных стадиях проектирования. Методы оценки технологичности.
7. Анализ технологичности деталей поршневого двигателя: поршня, шатуна, коленчатого вала, головки блока цилиндров, клапана. Выявление сложных для изготовления элементов.
8. Внесение изменений в конструкцию для повышения технологичности без ущерба для функции.
9. Выбор метода получения заготовки в зависимости от материала, конфигурации детали, типа производства и требований к точности.

10. Литейное производство: литьё в песчаные формы (блоки цилиндров, головки блоков), литьё по выплавляемым моделям (лопатки турбин), литьё в кокиль, литьё под давлением (поршни).

11. Кузнечно-штамповочное производство: свободная ковка (крупные коленчатые валы), горячая объёмная штамповка (шатуны, клапаны), холодная штамповка (прокладки).

12. Прокат (втулки, оси, штифты). Порошковая металлургия (вкладыши подшипников, детали топливной аппаратуры).

13. Основные методы механической обработки: точение, фрезерование, сверление, растачивание, строгание, протягивание, шлифование, хонингование, суперфиниширование.

14. Режимы резания и факторы, влияющие на их выбор. Точность обработки и качество поверхности.

15. Технологические базы: принципы выбора и смены баз. Погрешности установки и базирования. Припуски на механическую обработку.

16. Современное металлообрабатывающее оборудование: станки с ЧПУ, обрабатывающие центры, многоцелевые станки.

17. Технология изготовления поршня: особенности конструкции, материал, маршрут обработки. Обработка наружной поверхности, проточка канавок под кольца, сверление отверстий под палец, окончательная обработка юбки.

18. Технология изготовления шатуна: штампованная заготовка, обработка стержня, обработка верхней и нижней головок, чистовое растачивание отверстий под втулки и вкладыши, обработка плоскостей разъёма.

19. Технология изготовления коленчатого вала: штампованная или литая заготовка, центровка, точение коренных и шатунных шеек, фрезерование щёк, сверление масляных каналов, зубофрезерование, термическая обработка, шлифование шеек.

20. Технология изготовления клапана: штампованная заготовка, обработка стержня, обработка тарелки, наплавка, термообработка, шлифование.

7.3.1.2.2 Модуль 2. Термообработка. Сборка. Документация. Нормирование. Типы производства

Перечень вопросов для собеседования:

1. Роль термообработки в обеспечении свойств деталей двигателя. Отжиг и нормализация.

2. Закалка и отпуск (шатуны, коленчатые валы, крепёж). Поверхностная закалка ТВЧ (коленчатые валы, гильзы цилиндров).

3. Химико-термическая обработка: цементация (зубчатые колёса, распределительные валы), азотирование (клапаны, гильзы цилиндров), нитроцементация.

4. Термомеханическая обработка. Контроль качества термообработки.

5. Виды сборки: узловая, общая, стационарная, подвижная. Технологичность конструкции сборочной единицы.

6. Разработка технологической схемы сборки. Выбор методов обеспечения точности сборки (полная взаимозаменяемость, неполная взаимозаменяемость, групповой подбор, пригонка, регулирование).

7. Технология сборки поршневой группы: подбор поршней и колец по размерным группам, запрессовка пальца, установка колец.

8. Сборка шатунно-поршневой группы с коленчатым валом. Балансировка коленчатого вала.

9. Сборка головки блока цилиндров: запрессовка седел и направляющих втулок, установка клапанов, пружин, сухарей. Контроль качества сборки.

10. Виды технологических документов: маршрутная карта (МК), операционная карта (ОК), карта эскизов (КЭ), технологическая инструкция (ТИ), ведомость оснастки (ВО).

11. Правила оформления технологической документации по ЕСТД.

12. Техническое нормирование: цели и задачи. Состав технической нормы времени: основное (технологическое) время, вспомогательное время, время обслуживания рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности.

13. Методы расчёта основного времени для различных видов обработки. Определение штучного и штучно-калькуляционного времени.

14. Типы производства: единичное, серийное (мелкосерийное, среднесерийное, крупносерийное), массовое. Их характеристика и область применения в двигателестроении.

15. Технологическая подготовка в условиях единичного производства (опытное производство, ремонтное производство).

16. Технологическая подготовка в условиях серийного производства (автомобильные двигатели).

17. Технологическая подготовка в условиях массового производства (двигатели для легковых автомобилей).

18. Особенности разработки технологических процессов для различных типов производства. Автоматизация и механизация производственных процессов.

7.3.1.3 Рубежный контроль по модулям (тестирование)

Тестирование проводится после завершения изучения каждого модуля. Тест состоит из 20 заданий различного типа (выбор правильного ответа, установление соответствия, краткий ответ, расчётная задача). Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за тест – 20. Оценка «зачтено» выставляется при выполнении верно более 75% заданий (более 15 баллов).

Пример тестовых заданий (один вариант)

Какой показатель технологичности характеризует затраты труда на изготовление детали?

A) Материалоёмкость

B) Трудоёмкость

C) Себестоимость

D) Коэффициент унификации

Правильный ответ: B

Какой метод получения заготовки используется для изготовления поршней двигателей?

A) Свободная ковка

B) Литьё под давлением

C) Прокат

D) Штамповка

Правильный ответ: B

Какой метод термической обработки применяется для повышения твёрдости поверхности коленчатого вала?

A) Отжиг

B) Закалка ТВЧ

C) Цементация

D) Азотирование

Правильный ответ: B

Какой метод сборки обеспечивает полную взаимозаменяемость деталей?

A) Групповой подбор

B) Пригонка

C) Полная взаимозаменяемость

D) Регулирование

Правильный ответ: C

Какой тип производства характеризуется применением поточных линий и автоматизации?

A) Единичное
B) Мелкосерийное
C) Среднесерийное
D) Массовое
Правильный ответ: D

7.3.1.4 Оценочные средства для индивидуального задания в рамках сквозного проекта

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта является одним из ключевых методов контроля, позволяющим оценить способность студента применять полученные теоретические знания и практические навыки для решения комплексной профессиональной задачи. Задание выполняется студентом самостоятельно в течение семестра и представляет собой разработку раздела сквозного проекта, связанного с технологической подготовкой производства для проектируемого двигателя.

Содержание индивидуального задания:

Индивидуальное задание включает в себя выполнение следующих этапов:

1. **Анализ технологичности детали.** Студент выбирает одну из деталей проектируемого двигателя (поршень, шатун, коленчатый вал, клапан, гильза цилиндра). Проводится анализ технологичности детали: оценивается конфигурация, наличие сложных элементов, возможность обработки с одного установа, доступность для инструмента. Выявляются сложные для изготовления элементы. При необходимости предлагаются изменения конструкции для повышения технологичности.
2. **Выбор метода получения заготовки.** На основе материала детали, её конфигурации, типа производства и требований к точности обосновывается выбор метода получения заготовки (литьё, штамповка, ковка, прокат). Указываются основные параметры заготовки (припуски, допуски, уклоны).
3. **Разработка маршрутного технологического процесса.** Составляется маршрутный технологический процесс изготовления детали. Определяется последовательность операций (заготовительная, термическая, механическая обработка, контроль). Указывается оборудование для каждой операции.
4. **Разработка операционной карты.** Для одной из операций механической обработки (например, точение наружной поверхности, фрезерование, шлифование) составляется операционная карта. Выполняется эскиз обработки. Рассчитываются режимы резания (скорость, подача, глубина резания). Выбирается режущий и измерительный инструмент, технологическая оснастка.
5. **Назначение режимов термической обработки.** Для детали, требующей термообработки, назначается вид термической или химико-термической обработки (закалка, отпуск, цементация, азотирование). Указываются режимы обработки (температура, выдержка, охлаждение), достигаемые свойства.
6. **Расчёт нормы времени.** Для выбранной операции рассчитывается норма штучного времени (Тшт). Определяется основное (технологическое) время, вспомогательное время, время обслуживания рабочего места, время на отдых и личные надобности.
7. **Разработка технологической схемы сборки.** Для узла, в который входит деталь, разрабатывается технологическая схема сборки. Указывается последовательность сборки, методы обеспечения точности, используемые приспособления.

Требования к оформлению:

Индивидуальное задание выполняется в форме пояснительной записки объемом 10-15 страниц, включающей:

- титульный лист с указанием темы задания, ФИО студента, группы, руководителя;
- содержание;
- введение с обоснованием актуальности технологической подготовки;

- основную часть, содержащую анализ технологичности, выбор заготовки, маршрутный ТП, операционную карту, расчёт режимов резания, назначение термообработки, расчёт нормы времени, схему сборки;
- графические материалы (эскизы детали, эскизы обработки, схема сборки);
- заключение с выводами по результатам выполненной работы;
- список использованных источников.

Примерные темы индивидуальных заданий:

1. Разработка технологического процесса изготовления поршня дизельного двигателя.
2. Разработка технологического процесса изготовления шатуна двигателя внутреннего сгорания.
3. Разработка технологического процесса изготовления коленчатого вала рядного двигателя.
4. Разработка технологического процесса изготовления клапана газораспределительного механизма.
5. Разработка технологического процесса изготовления гильзы цилиндра.
6. Разработка технологического процесса сборки поршневой группы.
7. Разработка технологического процесса сборки головки блока цилиндров.
8. Оценка технологичности и разработка технологии изготовления корпуса масляного насоса.

7.3.1.5 Оценочные средства для практических занятий

Типовые задания для практических занятий

Модуль 1. Основы ТПП. Технологичность. Получение заготовок. Механическая обработка

Задание 1. Количественная оценка технологичности конструкции детали (на примере поршня)

Для заданной детали (поршень) рассчитать показатели технологичности: трудоёмкость (ориентировочно), материалоёмкость, коэффициент унификации. Сделать вывод о технологичности.

Задание 2. Анализ технологичности шатуна и разработка рекомендаций по её повышению

Для заданного чертежа шатуна проанализировать технологичность конструкции. Выявить сложные для изготовления элементы. Предложить изменения конструкции для повышения технологичности без ущерба для функции.

Задание 3. Выбор метода получения заготовки для коленчатого вала с обоснованием решения

Для заданных условий (материал, тип производства, требования к качеству) выбрать метод получения заготовки коленчатого вала (ковка, штамповка, литьё). Обосновать выбор.

Задание 4. Выбор технологических баз для обработки поршня

Для заданного чертежа поршня выбрать технологические базы для операций механической обработки (обработка наружной поверхности, проточка канавок, сверление отверстий под палец). Обосновать выбор.

Задание 5. Расчёт припусков на механическую обработку (на примере вала)

Для заданной детали (вал) рассчитать припуски на механическую обработку аналитическим методом. Определить размеры заготовки.

Задание 6. Разработка маршрутного технологического процесса изготовления поршня

Разработать маршрутный технологический процесс изготовления поршня. Указать последовательность операций, оборудование, оснастку.

Задание 7. Разработка маршрутного технологического процесса изготовления шатуна

Разработать маршрутный технологический процесс изготовления шатуна. Указать последовательность операций, оборудование, оснастку.

Задание 8. Разработка маршрутного технологического процесса изготовления коленчатого вала

Разработать маршрутный технологический процесс изготовления коленчатого вала. Указать последовательность операций, оборудование, оснастку.

Задание 9. Разработка операционного технологического процесса для токарной операции (коленчатый вал)

Для заданной операции (точение шатунной шейки коленчатого вала) разработать операционную карту. Выполнить эскиз обработки. Рассчитать режимы резания.

Задание 10. Разработка операционного технологического процесса для зубофрезерной операции (зубчатое колесо)

Для заданной операции (нарезание зубьев) разработать операционную карту. Выполнить эскиз обработки. Выбрать инструмент. Рассчитать режимы резания.

Модуль 2. Термообработка. Сборка. Документация. Нормирование. Типы производства

Задание 11. Назначение режимов термической обработки для клапана двигателя

Для заданного клапана (материал, условия работы) назначить вид термической или химико-термической обработки. Указать режимы обработки, достигаемые свойства.

Задание 12. Разработка технологической схемы сборки поршневой группы

Разработать технологическую схему сборки поршневой группы. Указать последовательность операций, методы обеспечения точности (подбор деталей по группам, контроль зазоров).

Задание 13. Разработка технологической схемы сборки головки блока цилиндров

Разработать технологическую схему сборки головки блока цилиндров. Указать последовательность операций (запрессовка седел и направляющих втулок, установка клапанов, пружин, сухарей). Указать контрольные операции.

Задание 14. Разработка маршрутной карты на изготовление детали

Для заданной детали (поршень, шатун, вал) оформить маршрутную карту (МК) в соответствии с требованиями ЕСТД.

Задание 15. Расчёт нормы времени на токарную операцию

Для заданной токарной операции (обработка наружной поверхности) рассчитать основное (технологическое) время. Определить норму штучного времени с учётом вспомогательного времени, времени обслуживания и времени на отдых.

Задание 16. Сравнительный анализ технологической подготовки для различных типов производства

Для заданной детали (шатун) сравнить особенности технологической подготовки в условиях единичного, серийного и массового производства. Указать различия в выборе оборудования, оснастки, методах получения заготовки.

Задание 17. Комплексная разработка технологического процесса изготовления детали для проектируемого двигателя

Выполнить комплексную разработку технологического процесса изготовления детали проектируемого двигателя: оценить технологичность, выбрать заготовку, разработать маршрутный ТП, разработать операционную карту для одной операции, рассчитать норму времени.

7.3.1.6 Оценочные средства для курсовой работы (проекта)

Курсовой проект (курсовая работа) по дисциплине не предусмотрены учебным планом. Результаты освоения дисциплины используются при выполнении выпускной квалификационной работы для разработки технологических рекомендаций по изготовлению спроектированных деталей двигателя и оценки технологичности конструкции.

7.3.2 Промежуточная аттестация (экзамен)

7.3.2.1 Условия допуска к экзамену

Студент допускается к сдаче экзамена при выполнении следующих условий:

- Успешное прохождение всех двух рубежных контролей (устных опросов по модулям) с оценкой не ниже «удовлетворительно».
- Выполнение и защита всех практических занятий (не менее 80% заданий выполнены и защищены).
- Выполнение и защита индивидуального задания в рамках сквозного проекта (разработка технологического процесса) с оценкой не ниже «удовлетворительно».
- Отсутствие академической задолженности по дисциплине.

7.3.2.2 Структура экзаменационного билета

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов (по одному из каждого модуля) и одного практического задания (расчётная задача или разработка технологического процесса).

Структура билета:

- **Вопрос 1** (Модуль 1): Основы ТПП, технологичность, получение заготовок, механическая обработка.
- **Вопрос 2** (Модуль 2): Термообработка, сборка, документация, нормирование, типы производства.
- **Задание 3**: Практическое задание (расчёт припусков, режимов резания, нормы времени, разработка фрагмента технологического процесса).

7.3.2.3 Типовые экзаменационные билеты

Экзаменационный билет №1

Вопрос 1 (Модуль 1)

Технологичность конструкции и её оценка. Понятие технологичности. Виды технологичности. Количественные и качественные показатели технологичности. Анализ технологичности деталей поршневого двигателя. Методы повышения технологичности.

Вопрос 2 (Модуль 2)

Технология сборки узлов двигателя. Виды сборки. Разработка технологической схемы сборки. Методы обеспечения точности сборки (полная взаимозаменяемость, неполная взаимозаменяемость, групповой подбор, пригонка, регулирование). Сборка поршневой группы и головки блока цилиндров.

Задание 3

Для наружного точения вала диаметром D = 50 мм, длиной L = 200 мм, материал — сталь 45, инструмент — резец с пластиной из твёрдого сплава Т15К6. Режимы резания: глубина резания t = 2 мм, подача s = 0,2 мм/об, скорость резания V = 150 м/мин. Рассчитать основное (технологическое) время обработки. Частота вращения шпинделя n = 1000 об/мин.

Экзаменационный билет №2

Вопрос 1 (Модуль 1)

Технология получения заготовок для деталей двигателя. Литейное производство: виды литья, применяемые материалы, область применения. Кузнечно-штамповочное производство: ковка, штамповка. Прокат. Порошковая металлургия. Выбор метода получения заготовки.

Вопрос 2 (Модуль 2)

Техническое нормирование. Состав технической нормы времени. Методы расчёта основного времени для различных видов обработки. Определение штучного и штучно-калькуляционного времени. Факторы, влияющие на норму времени.

Задание 3

Для детали «шатун» разработать маршрутный технологический процесс изготовления. Указать последовательность операций (заготовительная, термическая, механическая обработка). Для каждой операции указать оборудование. Для операции «протягивание отверстия в верхней головке» указать режущий инструмент и оснастку.

Экзаменационный билет №3

Вопрос 1 (Модуль 1)

Технология механической обработки деталей. Основные методы механической обработки (точение, фрезерование, сверление, шлифование, хонингование). Режимы резания и факторы, влияющие на их выбор. Технологические базы: принципы выбора. Припуски на механическую обработку.

Вопрос 2 (Модуль 2)

Типы производства в двигателестроении. Характеристика единичного, серийного и массового производства. Особенности технологической подготовки производства для различных типов производства. Автоматизация и механизация производственных процессов.

Задание 3

Для операции «сверление отверстия диаметром 10 мм в поршне под поршневой палец» рассчитать режимы резания: скорость резания, частоту вращения шпинделя, основное время. Материал поршня — алюминиевый сплав АЛ25, инструмент — сверло из быстрорежущей стали Р6М5. Глубина сверления L = 30 мм, подача s = 0,1 мм/об. Принять скорость резания V = 30 м/мин.

7.3.2.4 Полный перечень теоретических вопросов к экзамену по каждой теме

Модуль 1. Основы ТПП. Технологичность. Получение заготовок. Механическая обработка

1. Цель и задачи технологической подготовки производства (ТПП). Место ТПП в жизненном цикле изделия.
2. Структура и функции ТПП на предприятии. Нормативно-техническая документация: ЕСТПП, ЕСКД, ЕСТД.
3. Стадии и этапы ТПП. Взаимосвязь с конструкторской подготовкой.
4. Понятие технологичности конструкции. Виды технологичности: производственная, эксплуатационная, ремонтная.
5. Показатели технологичности: количественные (трудоёмкость, материалоёмкость, себестоимость, коэффициент унификации) и качественные.
6. Отработка конструкции на технологичность на различных стадиях проектирования. Методы оценки технологичности.
7. Анализ технологичности деталей поршневого двигателя: поршня, шатуна, коленчатого вала, головки блока цилиндров, клапана.
8. Внесение изменений в конструкцию для повышения технологичности без ущерба для функции.
9. Выбор метода получения заготовки в зависимости от материала, конфигурации детали, типа производства и требований к точности.
10. Литейное производство: литьё в песчаные формы, литьё по выплавляемым моделям, литьё в кокиль, литьё под давлением.
11. Кузнечно-штамповочное производство: свободная ковка, горячая объёмная штамповка, холодная штамповка.
12. Прокат. Порошковая металлургия. Области применения в двигателестроении.

13. Основные методы механической обработки: точение, фрезерование, сверление, растачивание, строгание, протягивание.

14. Шлифование, хонингование, суперфиниширование. Режимы резания и факторы, влияющие на их выбор.

15. Точность обработки и качество поверхности. Технологические базы: принципы выбора и смены баз.

16. Погрешности установки и базирования. Припуски на механическую обработку.

17. Современное металлообрабатывающее оборудование: станки с ЧПУ, обрабатывающие центры, многоцелевые станки.

18. Технология изготовления поршня: маршрут обработки, особенности.

19. Технология изготовления шатуна: маршрут обработки, особенности.

20. Технология изготовления коленчатого вала: маршрут обработки, особенности.

21. Технология изготовления клапана: маршрут обработки, особенности.

Модуль 2. Термообработка. Сборка. Документация. Нормирование. Типы производства

22. Роль термообработки в обеспечении свойств деталей двигателя. Отжиг и нормализация.

23. Закалка и отпуск. Поверхностная закалка ТВЧ.

24. Химико-термическая обработка: цементация, азотирование, нитроцементация.

25. Термомеханическая обработка. Контроль качества термообработки.

26. Виды сборки: узловая, общая, стационарная, подвижная. Технологичность конструкции сборочной единицы.

27. Разработка технологической схемы сборки. Выбор методов обеспечения точности сборки.

28. Технология сборки поршневой группы: подбор деталей, запрессовка пальца, установка колец.

29. Сборка шатунно-поршневой группы с коленчатым валом. Балансировка коленчатого вала.

30. Сборка головки блока цилиндров: запрессовка седел и направляющих втулок, установка клапанов, пружин, сухарей.

31. Виды технологических документов: маршрутная карта (МК), операционная карта (ОК), карта эскизов (КЭ), технологическая инструкция (ТИ), ведомость оснастки (ВО).

32. Правила оформления технологической документации по ЕСТД.

33. Техническое нормирование: цели и задачи. Состав технической нормы времени.

34. Методы расчёта основного времени для различных видов обработки. Определение штучного и штучно-калькуляционного времени.

35. Типы производства: единичное, серийное (мелкосерийное, среднесерийное, крупносерийное), массовое. Их характеристика.

36. Технологическая подготовка в условиях единичного производства (опытное производство, ремонтное производство).

37. Технологическая подготовка в условиях серийного производства (автомобильные двигатели).

38. Технологическая подготовка в условиях массового производства (двигатели для легковых автомобилей).

39. Особенности разработки технологических процессов для различных типов производства.

40. Автоматизация и механизация производственных процессов.