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

ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА КОМПОНЕНТОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

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  /С.М. Шишанов/

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 6
3.3. Содержание дисциплины 8
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 9
3.4.1. Семинарские/практические занятия 9
3.4.2. Лабораторные занятия 10
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 10
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 10
4.1. Нормативные документы и ГОСТы 10
4.2. Основная литература 11
4.3. Дополнительная литература 11
4.4. Электронные образовательные ресурсы 12
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 12
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 12
5. Материально-техническое обеспечение 13
6. Методические рекомендации 14
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 14
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 15
7. Фонд оценочных средств 16
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 16
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 18
7.3 Оценочные средства 21

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков в области организации и управления подготовкой производства компонентов поршневых двигателей и турбомашин, включая проектирование технологических процессов, выбор оборудования и оснастки, планирование производственных участков, а также методы обеспечения качества и эффективности производства на пятом этапе сквозного проектирования «Интеграция, эксплуатация, экономика и защита».

Задачами дисциплины являются:

– изучение структуры и задач системы подготовки производства в машиностроении, взаимосвязи конструкторской и технологической подготовки;

– освоение методов проектирования технологических процессов изготовления деталей различного типа (корпусных, валов, зубчатых колёс, поршней, шатунов) с учётом типа производства и серийности;

– формирование навыков выбора оборудования, режущего и измерительного инструмента, технологической оснастки для конкретных производственных условий;

– изучение методов расчёта производственных мощностей, определения трудоёмкости и материалоёмкости изготовления компонентов;

– приобретение навыков разработки планировок производственных участков и организации производственных потоков;

– освоение методов технико-экономического обоснования выбора вариантов технологических процессов и оценки эффективности производства;

– изучение современных систем автоматизированного управления производством (MES-систем), принципов цифровизации и автоматизации производства;

– формирование умения разрабатывать документацию по организации производства и контролю качества выпускаемых компонентов.

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

Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	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

Роль дисциплины в формировании компетенций:

Углубляющая. Дисциплина реализует специализированные навыки технологической подготовки производства для энергомашиностроения, углубляя знания, полученные в дисциплине «Технологическая подготовка производства в машиностроении» (Б1.2.16). Студенты изучают особенности получения заготовок для деталей энергоустановок (литьё по выплавляемым моделям для лопаток турбин, штамповка коленчатых валов, литьё под давлением поршней), технологии механической обработки деталей двигателя (поршней, шатунов, коленчатых валов), технологии изготовления лопаток турбомашин, термической и химико-термической обработки, а также сборки и испытаний узлов. В ходе практических занятий формируются навыки анализа технологичности деталей с учётом специфики энергомашиностроения (ИПК-4.1); разработки маршрутных и операционных технологических процессов для типовых деталей двигателя (ИПК-4.2, ИПК-4.3); обоснования выбора материалов и методов получения заготовок (ИПК-4.4, ИПК-4.6); определения режимов термообработки (ИПК-4.5); внесения изменений в конструкцию для повышения технологичности (ИПК-4.7, ИПК-4.8); разработки технологических процессов сборки узлов (ИПК-4.9).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина **«Подготовка производства компонентов энергетических установок»** относится к **части блока Б.1, формируемой участниками образовательных отношений** учебного плана (код дисциплины: Б1.2.22) и изучается в **8-м семестре**.

Данная дисциплина обеспечивает **пятый этап сквозного проекта «Интеграция, эксплуатация, экономика и защита»**, формируя у обучающихся комплексное понимание процессов организации производства разработанных компонентов энергетических установок и методов обеспечения их качества и экономической эффективности.

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

- **Технологическая подготовка производства в машиностроении** (Б1.2.16, 7 семестр): знание основ технологической подготовки является фундаментом для организации производства.
- **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 организации производства разработанных узлов.
- **Разработка конструкторской документации на двигатели и их компоненты** (Б1.2.15, 7 семестр): наличие полного комплекта КД необходимо для технологической подготовки производства.
- **Конструкционные материалы поршневых двигателей и турбомашин** (Б1.1.13, 3 семестр): знание свойств материалов необходимо для выбора методов обработки и организации заготовительного производства.

- **Нормирование точности и метрология в энергетическом машиностроении** (Б1.1.14, 3 семестр): знание допусков и посадок необходимо для организации контроля качества.
- **Экономика и управление проектами** (Б1.2.1.3, 2 семестр) и **Основы технологического предпринимательства** (Б1.2.1.4, 4 семестр): дают базовые знания для экономического обоснования производственных решений.
- **Автоматизированное проектирование в двигателестроении** (Б1.1.12, 2-3 семестры): владение CAD-системами необходимо для подготовки данных для производства.

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при освоении элементов образовательной программы на завершающем этапе обучения:

- **Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы** (Б3.1, 8 семестр): разработанные предложения по организации производства могут быть включены в ВКР как часть проекта или как самостоятельное исследование.
- **Интеграция и оформление проектных решений** (Б1.2.19, 8 семестр) – результаты подготовки производства могут быть интегрированы в общий проект.
- **Перспективные направления импортозамещения компонентов энергоустановок** (Б1.2.21, 8 семестр) – вопросы организации производства отечественных аналогов связаны с данной дисциплиной.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2 зачетные единицы (72 часа)**.

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			8
1	Аудиторные занятия	30	30
	В том числе:		
1.1	Лекции	20	20
1.2	Семинарские/практические занятия	10	10
1.3	Лабораторные занятия	–	–
2	Самостоятельная работа	42	42
3	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	Зачет	Зачет
	Итого	**72**	**72**

3.2. Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Самостоятельная работа
Семестр 8	**Подготовка производства компонентов энергетических установок**					
1	Тема 1. Введение. Специфика подготовки производства в энергомашиностроении	6	2	2	–	4
2	Тема 2. Технологическая подготовка производства на предприятии	8	4	2	2	4
3	Тема 3. Особенности получения заготовок для деталей энергоустановок	10	4	2	2	6
4	Тема 4. Технология механической обработки деталей двигателя	10	4	2	2	6
5	Тема 5. Технология изготовления лопаток турбомашин	8	4	2	2	4
6	Тема 6. Технология термической и химико-термической обработки	8	4	2	2	4
7	Тема 7. Сборка и испытания узлов энергоустановок	8	4	2	2	4
8	Тема 8. Обеспечение качества в	6	2	2	–	4

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Самостоятельная работа
	производстве энергоустановок					
9	Тема 9. Организация производства и логистика	6	2	2	–	4
10	Подготовка к зачёту	2	–	–	–	2
	Итого за 1 семестр	**72**	**30**	**20**	**10**	**42**

3.3. Содержание дисциплины

Семестр 8. Подготовка производства компонентов энергетических установок

Тема 1. Введение. Специфика подготовки производства в энергомашиностроении

Цель и задачи подготовки производства применительно к выпуску энергетических установок. Отличительные особенности производства поршневых двигателей и турбомашин: высокая точность, сложность деталей, широкий диапазон тиражей. Место дисциплины в сквозном проекте: завершающий этап подготовки к выпуску разработанного двигателя. Взаимосвязь с дисциплиной «Технологическая подготовка производства в машиностроении» (Б1.2.16): углубление и специализация знаний применительно к энергоустановкам.

Тема 2. Технологическая подготовка производства на предприятии

Структура и функции отдела главного технолога (ОГТ). Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП). Стадии ТПП: техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая документация. Технологический контроль конструкторской документации. Нормативно-техническая документация в энергомашиностроении (отраслевые стандарты, технические условия). Опыт подготовки производства на ведущих двигателестроительных предприятиях (Коломенский завод, Звезда, УМПО) .

Тема 3. Особенности получения заготовок для деталей энергоустановок

Выбор метода получения заготовки в зависимости от типа производства и материала. Литьё: литьё в песчаные формы (блоки цилиндров, головки блоков), литьё по выплавляемым моделям (лопатки турбин, сложные фасонные детали), литьё под давлением (поршни, корпуса вспомогательных агрегатов). Ковка и штамповка: свободная ковка (крупные коленчатые валы), горячая объёмная штамповка (шатуны, клапаны). Прокат (втулки, оси, штифты). Порошковая металлургия (вкладыши подшипников, детали топливной аппаратуры) .

Тема 4. Технология механической обработки деталей двигателя

Особенности обработки деталей поршневых двигателей. Технология изготовления поршня: обработка наружной поверхности, проточка канавок под кольца, сверление отверстий под палец. Технология изготовления шатуна: обработка стержня, обработка верхней и нижней головок, чистовое растачивание отверстий под втулки и вкладыши. Технология изготовления коленчатого вала: центровка, точение коренных и шатунных шеек, фрезерование щёк, сверление масляных каналов, зубофрезерование (при наличии шестерни). Оборудование и оснастка, применяемые при обработке. Станки с ЧПУ и обрабатывающие центры .

Тема 5. Технология изготовления лопаток турбомашин

Особенности геометрии лопаток компрессора и турбины. Материалы лопаток (жаропрочные сплавы, титан). Методы получения заготовок: точное литьё по выплавляемым моделям, штамповка из прутка. Механическая обработка лопаток: фрезерование пера лопатки на станках с ЧПУ, шлифование хвостовика и замка. Отделочные операции: полирование, виброобработка. Контроль геометрии лопаток на координатно-измерительных машинах .

Тема 6. Технология термической и химико-термической обработки

Роль термообработки в обеспечении свойств деталей энергоустановок. 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). Термомеханическая обработка. Контроль качества термообработки .

Тема 7. Сборка и испытания узлов энергоустановок

Технология сборки узлов двигателя. Сборка 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. Сборка газотурбинного двигателя: сборка ротора, статора, установка подшипников. Испытания собранных узлов: гидроиспытания, пневмоиспытания, балансировка. Обкатка и испытания двигателя в сборе .

Тема 8. Обеспечение качества в производстве энергоустановок

Система менеджмента качества (ISO 9001, AS/EN 9100 для авиационных двигателей). Входной контроль материалов и комплектующих. Контроль в процессе изготовления: операционный контроль, статистическое регулирование процессов. Контроль готовой продукции: приёмо-сдаточные испытания, периодические испытания, типовые испытания. Неразрушающие методы контроля: ультразвуковая дефектоскопия, рентгенография, цветная дефектоскопия, магнитопорошковый контроль. Испытательные лаборатории и центры .

Тема 9. Организация производства и логистика

Типы производства в двигателестроении: мелкосерийное (ремонтное производство, крупные судовые двигатели), среднесерийное (автомобильные двигатели), крупносерийное и массовое (двигатели для легковых автомобилей). Производственная структура предприятия. Организация поточного производства. Расчёт производственной мощности. Планировка оборудования (технологическая, предметная). Производственная логистика: управление запасами, организация снабжения, транспортное обеспечение. Взаимодействие с поставщиками .

3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Трудоемкость (час.)
1	Темы 2, 3	Разработка маршрутной карты технологического процесса изготовления поршня. Выбор метода получения заготовки для шатуна с обоснованием решения.	2
2	Темы 4, 5	Разработка операционного технологического процесса для токарной операции (коленчатый вал). Анализ технологичности конструкции лопатки турбины и выбор метода изготовления.	2

№ п/п	№ раздела дисци-плины	Наименование практического занятия	Трудо-емкость (час.)
3	Тема 6	Назначение режимов термообработки для клапана двигателя. Разработка технологической схемы сборки головки блока цилиндров.	2
4	Темы 8, 9	Разработка программы контроля качества для детали «Коленчатый вал». Расчёт производственной мощности участка механической обработки.	2
5	Темы 1-9	Разработка технологического процесса изготовления детали проектируемого двигателя (в рамках сквозного проекта). Защита индивидуального задания.	2
Итого			**10**

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.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Нормативные документы и ГОСТы

При изучении дисциплины «Подготовка производства компонентов энергетических установок» и выполнении учебных, расчётно-графических и проектных работ необходимо руководствоваться следующими нормативными документами и межгосударственными стандартами, регламентирующими технологическую подготовку производства, единую систему технологической документации, правила оформления технологических процессов и методы контроля качества.

Основополагающие стандарты Единой системы технологической документации (ЕСТД)

ГОСТ 3.1001-2011 «Единая система технологической документации. Общие положения» устанавливает основные положения ЕСТД, цели и задачи системы, виды и комплектность технологических документов.

ГОСТ 3.1102-2011 «Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды документов» устанавливает стадии разработки технологической документации и виды технологических документов (маршрутная карта, операционная карта, карта эскизов, ведомость оснастки и др.).

ГОСТ 3.1103-2011 «Единая система технологической документации. Основные надписи» устанавливает формы и правила заполнения основных надписей на технологических документах.

ГОСТ 3.1118-2011 «Единая система технологической документации. Карты маршрутные. Правила оформления» устанавливает правила оформления маршрутных карт технологических процессов.

ГОСТ 3.1404-2011 «Единая система технологической документации. Карты технологического процесса механической обработки. Правила оформления» устанавливает правила оформления операционных карт механической обработки.

Стандарты на оборудование и оснастку

ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» устанавливает требования безопасности к производственному оборудованию.

ГОСТ Р 53430-2009 «Станки металлорежущие. Общие требования безопасности» устанавливает требования безопасности к металлорежущим станкам.

ГОСТ 26645-85 «Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку» устанавливает требования к литым заготовкам.

ГОСТ 7505-89 «Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски» устанавливает требования к штампованным заготовкам.

Стандарты в области термической обработки

ГОСТ 8479-70 «Поковки из конструкционной стали. Технические условия» устанавливает требования к поковкам и режимам их термической обработки.

ГОСТ 4543-2016 «Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия» устанавливает требования к качеству легированных сталей и режимам их термической обработки.

Примечание. При выполнении курсовых проектов и индивидуальных заданий по дисциплине следует руководствоваться действующими версиями указанных стандартов. Актуальность стандартов можно проверить на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) по адресу: https://www.gost.ru.

4.2. Основная литература

Для освоения дисциплины рекомендуется использовать следующую основную литературу, которая охватывает вопросы технологической подготовки производства, методов получения заготовок, технологии механической обработки, термической обработки, сборки и испытаний узлов энергоустановок.

1. **Белов, П. А. Технология машиностроения : учебник для вузов / П. А. Белов. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-7038-5423-7.** Учебник содержит систематизированное изложение основ технологии машиностроения, включая методы получения заготовок, технологию механической обработки типовых деталей, сборку узлов. Рекомендуется для изучения тем 3, 4, 5, 7.

2. **Схиртладзе, А. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник для вузов / А. Г. Схиртладзе, А. В. Федотов. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 512 с. — ISBN 978-5-16-015687-1.** Учебник охватывает все этапы технологической подготовки производства, включая проектирование технологических процессов, выбор оборудования и оснастки, нормирование операций. Рекомендуется для изучения тем 2, 4, 5.

3. **Лахтин, Ю. М. Металловедение и термическая обработка металлов : учебник для вузов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Металлургия, 2019. — 488 с. — ISBN 978-5-902683-02-5.** Учебник содержит сведения о роли термической обработки в обеспечении свойств деталей, видах термообработки (отжиг, нормализация, закалка, отпуск), химико-термической обработке (цементация, азотирование). Рекомендуется для изучения темы 6.

4.3. Дополнительная литература

Для углублённого изучения отдельных разделов дисциплины, расширения кругозора и выполнения самостоятельной работы рекомендуется использовать следующую дополнительную литературу.

1. **Маслов, А. Р. Технология изготовления деталей газотурбинных двигателей : учебное пособие / А. Р. Маслов. — Москва : Издательство МАИ, 2018. — 320 с. — ISBN 978-5-4316-0523-5.** Пособие содержит подробное описание технологии изготовления лопаток турбин, дисков, валов и других деталей газотурбинных двигателей. Рекомендуется для изучения темы 5.
2. **Колодяжный, А. П. Сборка и испытания двигателей внутреннего сгорания : учебное пособие / А. П. Колодяжный. — Москва : МАДИ, 2019. — 160 с. — ISBN 978-5-7962-0245-2.** Пособие содержит описание технологии сборки узлов двигателя (поршневой группы, головки блока цилиндров, шатунно-поршневой группы), методов балансировки, гидро- и пневмоиспытаний. Рекомендуется для изучения темы 7.
3. **Латышев, В. Н. Контроль качества в машиностроении : учебное пособие / В. Н. Латышев. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 280 с. — ISBN 978-5-16-015892-9.** Пособие содержит описание системы менеджмента качества (ISO 9001, AS/EN 9100), методов входного контроля, операционного контроля, контроля готовой продукции, неразрушающих методов контроля. Рекомендуется для изучения темы 8.

Периодические издания и интернет-ресурсы

- «Технология машиностроения» — научно-технический журнал.
- «Металловедение и термическая обработка металлов» — научно-технический журнал.
- «Известия вузов. Машиностроение» — рецензируемый научный журнал.
- Официальный сайт АО «КОЛОМЕНСКИЙ ЗАВОД» — https://www.kolomnadiesel.ru.

4.4. Электронные образовательные ресурсы

Подготовка производства компонентов энергетических установок

https://online.mospolytech.ru/user/index.php?id=16424

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.

Наименование специальных помещений	Оснащённость специальных помещений
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.
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 выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации в форме зачета.

Дисциплина «Подготовка производства компонентов энергетических установок» является углубляющей и формирует компетенцию ПК-4 (способность оценивать технологичность конструкций, разрабатывать и сопровождать технологические процессы изготовления деталей и сборки узлов поршневых двигателей и турбомашин). Дисциплина реализует специализированные навыки технологической подготовки производства для энергомашиностроения, углубляя знания, полученные в дисциплине «Технологическая подготовка производства в машиностроении» (Б1.2.16).

В процессе изучения дисциплины оценивается сформированность следующих компетенций и индикаторов.

По компетенции ПК-4 (способен оценивать технологичность конструкций, разрабатывать и сопровождать технологические процессы изготовления деталей и сборки узлов поршневых двигателей и турбомашин) проверяются следующие индикаторы достижения компетенции:

- **ИПК-4.1.** Способен проводить анализ технологичности детали, выявить сложные для изготовления элементы. Данный индикатор формируется через анализ технологичности деталей энергоустановок (поршней, шатунов, коленчатых валов, лопаток турбин) с учётом специфики энергомашиностроения, выявление элементов, сложных для изготовления.
- **ИПК-4.2.** Способен разрабатывать маршрутный технологический процесс изготовления детали. Данный индикатор формируется через разработку маршрутных технологических процессов изготовления поршня, шатуна, коленчатого вала, лопатки турбины.
- **ИПК-4.3.** Способен составлять операционную карту на одну операцию механической обработки с эскизом, режимами резания и оснасткой. Данный индикатор формируется через составление операционных карт на токарные, фрезерные, сверлильные операции для деталей энергоустановок.
- **ИПК-4.4.** Способен обосновать выбор материала для детали, исходя из условий работы, технологии изготовления и стоимости. Данный индикатор формируется через обоснование выбора материалов для деталей энергоустановок с учётом условий эксплуатации, технологических возможностей и экономической целесообразности.
- **ИПК-4.5.** Способен определять необходимый вид и параметры термообработки для достижения заданных свойств. Данный индикатор формируется через назначение режимов термической и химико-термической обработки для деталей энергоустановок (закалка, отпуск, цементация, азотирование, поверхностная закалка ТВЧ).
- **ИПК-4.6.** Способен оценивать влияние материала на выбор метода получения заготовки. Данный индикатор формируется через обоснование выбора метода получения заготовки (литьё, штамповка, ковка, прокат, порошковая металлургия) в зависимости от материала детали.
- **ИПК-4.7.** Способен вносить изменения в конструкцию детали для повышения её технологичности без ущерба для функции. Данный индикатор формируется через анализ технологичности деталей и разработку предложений по изменению конструкции для повышения технологичности.

• **ИПК-4.8.** Способен выбирать рациональные конструктивные формы, ориентированные на конкретный метод обработки. Данный индикатор формируется через выбор рациональных конструктивных форм деталей с учётом выбранного метода обработки.

• **ИПК-4.9.** Способен разрабатывать технологический процесс сборки узла. Данный индикатор формируется через разработку технологических схем и процессов сборки узлов энергоустановок (поршневая группа, головка блока цилиндров, газотурбинный двигатель).

В процессе изучения дисциплины используются следующие методы контроля.

Текущее (рубежное) тестирование по модулям

Проводится после завершения изучения каждого из двух модулей. Тест состоит из 20 заданий различного типа (выбор правильного ответа, установление соответствия, краткий ответ, расчётная задача), направленных на проверку знаний специфики подготовки производства в энергомашиностроении, методов получения заготовок, технологий механической обработки, термической обработки, сборки и испытаний, обеспечения качества, организации производства. Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за тест составляет 20. Оценка «зачтено» выставляется при выполнении верно более 75 процентов заданий (набрано более 15 баллов). Данный метод контроля позволяет оценить сформированность индикаторов ИПК-4.1, ИПК-4.2, ИПК-4.4, ИПК-4.5, ИПК-4.6, ИПК-4.9 в части теоретических основ подготовки производства компонентов энергетических установок.

Устный опрос (собеседование)

Проводится в ходе практических занятий для проверки понимания студентом теоретического материала, способности аргументированно обосновывать выбор методов получения заготовок, технологических процессов, оборудования, режимов обработки и термообработки. При оценивании учитывается не только содержание ответа, но и качество устной речи, аргументированность суждений, умение вести профессиональную дискуссию и использовать профессиональную терминологию. Устный опрос может быть как индивидуальным, так и фронтальным. Данный метод позволяет оценить сформированность всех индикаторов компетенции ПК-4.

Практические занятия

Практические занятия являются основной формой практического обучения. В ходе выполнения практических заданий (разработка маршрутных карт, выбор методов получения заготовок, разработка операционных карт, анализ технологичности, назначение режимов термообработки, разработка технологических схем сборки, разработка программ контроля качества, расчёт производственной мощности) оценивается способность студента применять теоретические знания для решения конкретных профессиональных задач. При выполнении практических заданий оценивается способность студента разрабатывать технологическую документацию, выполнять расчёты, обосновывать принятые решения, а также соблюдать установленные сроки выполнения заданий. Результаты выполнения практических заданий оформляются в письменном виде и защищаются студентом в устной форме. Данный метод позволяет 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.

Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены учебным планом.

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. В восьмом семестре индивидуальное задание представляет собой разработку раздела сквозного проекта, связанного с подготовкой производства компонентов проектируемого двигателя. Задание выполняется студентом самостоятельно в течение семестра. В процессе выполнения задания студент должен продемонстрировать умение разрабатывать технологический процесс

изготовления детали, выбирать метод получения заготовки, назначать режимы термообработки, разрабатывать технологический процесс сборки узла, рассчитывать производственную мощность, оценивать экономическую эффективность. Результаты оформляются в виде пояснительной записки объёмом 10-15 страниц и представляются на защите в устной форме с использованием презентации. При оценке учитываются полнота выполнения задания, правильность расчётов, обоснованность принятых решений, качество оформления отчёта, навыки устной презентации результатов и способность отвечать на вопросы. Данный метод позволяет оценить сформированность всех индикаторов компетенции ПК-4.

Зачет

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета по завершении изучения дисциплины. Зачет проводится в форме устного собеседования по вопросам, охватывающим весь материал дисциплины, с обязательным выполнением практического задания (разработка фрагмента технологического процесса, расчёт производственной мощности, разработка программы контроля). Зачет позволяет комплексно оценить целостность сформированных знаний и умений, а также способность студента применять их для решения профессиональных задач, связанных с подготовкой производства компонентов энергетических установок. На зачете проверяются все индикаторы компетенции ПК-4.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в форме «зачтено» или «не зачтено» как для мероприятий текущего контроля, так и для промежуточной аттестации в форме зачета.

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 составляет 20.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно более 75 процентов заданий теста, то есть набрано более 15 баллов. Студент, получивший «зачтено», демонстрирует достаточное знание теоретического материала модуля, владеет основными понятиями в области подготовки производства компонентов энергетических установок, знает методы получения заготовок, технологии механической обработки, термической обработки, сборки и испытаний. Это свидетельствует о сформированности на пороговом уровне индикаторов ИПК-4.1, ИПК-4.2, ИПК-4.4, ИПК-4.5, ИПК-4.6 и ИПК-4.9 в части теоретических основ подготовки производства.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно менее 75 процентов заданий теста, то есть набрано 15 баллов и менее. Студент, получивший «не зачтено», не владеет основным материалом модуля, допускает грубые ошибки в понимании технологических процессов, не знает методов получения заготовок и обработки деталей. Студент обязан ликвидировать задолженность по модулю до прохождения следующего рубежного контроля.

Критерии оценки устного опроса (собеседования)

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который продемонстрировал достаточный уровень знаний материала. Студент свободно ориентируется в специфике подготовки производства в энергомашиностроении, понимает методы получения заготовок, технологии механической обработки, термической обработки, сборки и испытаний, ориентируется в вопросах обеспечения качества и организации производства. Студент способен логично и аргументированно излагать свои мысли, отвечать на уточняющие вопросы, использует профессиональную терминологию. Допускаются отдельные неточности, не искажающие сути ответа.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части материала, допускает грубые ошибки в изложении, не может объяснить основные технологические процессы, не способен ответить на дополнительные вопросы, не владеет профессиональной терминологией, а также не может связно и понятно выразить свои мысли в устной форме.

Критерии оценки практических занятий

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который выполнил практическое задание правильно и в установленные сроки. Студент продемонстрировал умение разрабатывать маршрутные и операционные карты, выбирать методы получения заготовок, назначать режимы термообработки, разрабатывать технологические схемы сборки, разрабатывать программы контроля качества, рассчитывать производственную мощность. При защите выполненного задания студент показывает понимание цели и методики выполнения работы, уверенно отвечает на контрольные вопросы, правильно интерпретирует полученные результаты, делает обоснованные выводы. Отчёт оформлен в соответствии с требованиями.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не выполнил практическое задание, выполнил его не в полном объёме или выполнил с грубыми ошибками. При защите студент не понимает цели и методики работы, не может ответить на контрольные вопросы, допускает грубые ошибки в интерпретации результатов. Отсутствует отчёт или он оформлен с грубыми нарушениями требований. Студент обязан выполнить практическое задание повторно в установленные преподавателем сроки.

Критерии оценки индивидуального задания в рамках сквозного проекта

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который выполнил индивидуальное задание в полном объёме и в установленные сроки. Студент демонстрирует понимание принципов подготовки производства, самостоятельно разрабатывает технологический процесс изготовления детали, обосновывает выбор метода получения заготовки, назначает режимы термообработки, разрабатывает технологический процесс сборки узла, рассчитывает производственную мощность, оценивает экономическую эффективность. Пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями, содержит полную и систематизированную информацию, включая эскизы, схемы и диаграммы. При защите студент логично и аргументированно излагает результаты, отвечает на вопросы, демонстрирует понимание роли технологической подготовки производства в обеспечении качества и эффективности выпускаемой продукции, а также использует средства информационно-коммуникационных технологий для презентации результатов. Сформированность всех индикаторов компетенции ПК-4 оценивается на пороговом или более высоком уровне.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не выполнил индивидуальное задание, выполнил его не в полном объёме (отсутствует технологический процесс или обоснование) или допустил грубые ошибки. Студент не демонстрирует понимания принципов подготовки производства, не может обосновать принятые решения. При защите студент не отвечает на вопросы, не владеет профессиональной терминологией, не использует средства информационно-коммуникационных технологий для презентации результатов. Сформированность индикаторов не достигла порогового уровня. Студент обязан выполнить индивидуальное задание повторно в установленные преподавателем сроки.

Критерии оценки ответа на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который продемонстрировал достаточный уровень знаний и умений, необходимых для формирования компетенций по дисциплине. Студент свободно ориентируется в специфике подготовки производства в энергомашиностроении, знает методы получения заготовок, технологии механической обработки, термической обработки, сборки и испытаний, ориентируется в вопросах обеспечения качества и организации производства. Студент способен логично и аргументированно строить устное высказывание, вести диалог с преподавателем по профессиональной тематике, использует профессиональную терминологию. Ответы на теоретические вопросы в целом правильные, но могут содержать незначительные неточности, не искажающие сути. При выполнении практического задания (разработка фрагмента технологического процесса, расчёт производственной мощности, разработка программы контроля) студент демонстрирует понимание методики выполнения работы и способность применять полученные знания для решения конкретной професси-

ональной задачи. Сформированность всех индикаторов компетенции ПК-4 оценивается на пороговом или базовом уровне, что позволяет студенту использовать полученные знания и навыки при выполнении выпускной квалификационной работы.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не продемонстрировал достаточного уровня знаний и умений. Допущены существенные ошибки, отсутствует понимание принципов технологической подготовки производства. Студент не может выполнить практическое задание или выполняет его с грубыми ошибками. Не способен ответить на дополнительные вопросы, не владеет профессиональной терминологией. Уровень подготовки недостаточен для формирования требуемых компетенций.

Соответствие методов контроля проверяемым индикаторам компетенций

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

ИПК-4.1 (анализ технологичности детали) формируется через анализ технологичности деталей энергоустановок, выявление сложных для изготовления элементов. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

ИПК-4.2 (разработка маршрутного технологического процесса) формируется через разработку маршрутных технологических процессов изготовления деталей. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

ИПК-4.3 (составление операционной карты) формируется через составление операционных карт с эскизом, режимами резания и оснасткой. Проверяется методами: практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

ИПК-4.4 (обоснование выбора материала) формируется через обоснование выбора материалов для деталей энергоустановок. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

ИПК-4.5 (определение вида и параметров термообработки) формируется через назначение режимов термической и химико-термической обработки. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

ИПК-4.6 (оценка влияния материала на выбор метода получения заготовки) формируется через обоснование выбора метода получения заготовки в зависимости от материала. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

ИПК-4.7 (внесение изменений в конструкцию для повышения технологичности) формируется через анализ технологичности и разработку предложений по изменению конструкции. Проверяется методами: устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

ИПК-4.8 (выбор рациональных конструктивных форм) формируется через выбор рациональных конструктивных форм с учётом метода обработки. Проверяется методами: устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

ИПК-4.9 (разработка технологического процесса сборки узла) формируется через разработку технологических схем и процессов сборки узлов энергоустановок. Проверяется методами: текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, зачет.

Оценка сформированности знаний и навыков осуществляется комплексно с использованием всех методов контроля. Результаты текущего и рубежного тестирования, устных опросов, выполнения практических заданий, защиты индивидуального задания в рамках сквозного проекта, а также зачета учитываются при формировании итоговой оценки по дисциплине. Дисциплина «Подготовка производства компонентов энергетических установок» закладывает содержательную основу для последующей профессиональльной деятельности, обеспечивая студента знаниями и навыками, необходимыми для организации технологической подготовки производства в области энергетического машиностроения.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

7.3.1.1 Модульная структура дисциплины

Дисциплина изучается в 8-м семестре. Семестр делится на два равных модуля (периода), каждый из которых включает определенные темы.

Модуль 1 (недели 1–8) — Специфика подготовки производства в энергомашиностроении. Технологическая подготовка. Получение заготовок. Механическая обработка

Включает темы: Тема 1. Введение. Специфика подготовки производства в энергомашиностроении; Тема 2. Технологическая подготовка производства на предприятии; Тема 3. Особенности получения заготовок для деталей энергоустановок; Тема 4. Технология механической обработки деталей двигателя; Тема 5. Технология изготовления лопаток турбомашин.

Модуль 2 (недели 9–16) — Термическая обработка. Сборка и испытания. Обеспечение качества. Организация производства

Включает темы: Тема 6. Технология термической и химико-термической обработки; Тема 7. Сборка и испытания узлов энергоустановок; Тема 8. Обеспечение качества в производстве энергоустановок; Тема 9. Организация производства и логистика.

7.3.1.2 Рубежный контроль по модулям (устный опрос/собеседование)

7.3.1.2.1 Модуль 1. Специфика подготовки производства в энергомашиностроении. Технологическая подготовка. Получение заготовок. Механическая обработка

Перечень вопросов для собеседования:

1. Цель и задачи подготовки производства применительно к выпуску энергетических установок. Отличительные особенности производства поршневых двигателей и турбомашин: высокая точность, сложность деталей, широкий диапазон тиражей.
2. Структура и функции отдела главного технолога (ОГТ). Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП). Стадии ТПП: техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая документация.
3. Технологический контроль конструкторской документации. Нормативно-техническая документация в энергомашиностроении (отраслевые стандарты, технические условия). Опыт подготовки производства на ведущих двигателестроительных предприятиях.
4. Выбор метода получения заготовки в зависимости от типа производства и материала. Литьё: литьё в песчаные формы (блоки цилиндров, головки блоков), литьё по выплавляемым моделям (лопатки турбин), литьё под давлением (поршни, корпуса вспомогательных агрегатов).
5. Ковка и штамповка: свободная ковка (крупные коленчатые валы), горячая объёмная штамповка (шатуны, клапаны). Прокат (втулки, оси, штифты). Порошковая металлургия (вкладыши подшипников, детали топливной аппаратуры).
6. Особенности обработки деталей поршневых двигателей. Технология изготовления поршня: обработка наружной поверхности, проточка канавок под кольца, сверление отверстий под палец.
7. Технология изготовления шатуна: обработка стержня, обработка верхней и нижней головок, чистовое растачивание отверстий под втулки и вкладыши.
8. Технология изготовления коленчатого вала: центровка, точение коренных и шатунных шеек, фрезерование щёк, сверление масляных каналов, зубофрезерование (при наличии шестерни).
9. Оборудование и оснастка, применяемые при обработке. Станки с ЧПУ и обрабатывающие центры.
10. Особенности геометрии лопаток компрессора и турбины. Материалы лопаток (жаропрочные сплавы, титан). Методы получения заготовок: точное литьё по выплавляемым моделям, штамповка из прутка.

11. Механическая обработка лопаток: фрезерование пера лопатки на станках с ЧПУ, шлифование хвостовика и замка. Отделочные операции: полирование, виброобработка. Контроль геометрии лопаток на координатно-измерительных машинах.

7.3.1.2.2 Модуль 2. Термическая обработка. Сборка и испытания. Обеспечение качества. Организация производства

Перечень вопросов для собеседования:

1. Роль термообработки в обеспечении свойств деталей энергоустановок. Отжиг и нормализация. Закалка и отпуск (шатуны, коленчатые валы, крепёж).
2. Поверхностная закалка ТВЧ (коленчатые валы, гильзы цилиндров). Химико-термическая обработка: цементация (зубчатые колёса, распределительные валы), азотирование (клапаны, гильзы цилиндров). Термомеханическая обработка. Контроль качества термообработки.
3. Технология сборки узлов двигателя. Сборка поршневой группы: подбор поршней и колец по размерным группам, запрессовка пальца, установка колец.
4. Сборка шатунно-поршневой группы с коленчатым валом. Балансировка коленчатого вала. Сборка головки блока цилиндров: запрессовка седел и направляющих втулок, установка клапанов, пружин, сухарей.
5. Сборка газотурбинного двигателя: сборка ротора, статора, установка подшипников. Испытания собранных узлов: гидроиспытания, пневмоиспытания, балансировка. Обкатка и испытания двигателя в сборе.
6. Система менеджмента качества (ISO 9001, AS/EN 9100 для авиационных двигателей). Входной контроль материалов и комплектующих. Контроль в процессе изготовления: операционный контроль, статистическое регулирование процессов.
7. Контроль готовой продукции: приёмо-сдаточные испытания, периодические испытания, типовые испытания. Неразрушающие методы контроля: ультразвуковая дефектоскопия, рентгенография, цветная дефектоскопия, магнитопорошковый контроль.
8. Типы производства в двигателестроении: мелкосерийное (ремонтное производство, крупные судовые двигатели), среднесерийное (автомобильные двигатели), крупносерийное и массовое (двигатели для легковых автомобилей).
9. Производственная структура предприятия. Организация поточного производства. Расчёт производственной мощности. Планировка оборудования (технологическая, предметная).
10. Производственная логистика: управление запасами, организация снабжения, транспортное обеспечение. Взаимодействие с поставщиками.

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)

1. **Какой метод получения заготовки используется для изготовления лопаток турбин?**
2. A) Свободная ковка
3. B) Литьё по выплавляемым моделям
4. C) Горячая объёмная штамповка
5. D) Прокат

Правильный ответ: B

6. **Какое оборудование применяется для фрезерования пера лопатки?**
7. A) Токарный станок

8. B) Сверлильный станок
9. C) Станок с ЧПУ
10. D) Шлифовальный станок

Правильный ответ: C

11. **Какой метод химико-термической обработки применяется для повышения износостойкости поверхности?**
12. A) Отжиг
13. B) Нормализация
14. C) Цементация
15. D) Закалка

Правильный ответ: C

16. **Какой стандарт регламентирует систему менеджмента качества для авиационных двигателей?**
17. A) ISO 9001
18. B) AS/EN 9100
19. C) ГОСТ Р ИСО 9001
20. D) ISO 14001

Правильный ответ: B

21. **Какой тип производства характеризуется применением поточных линий и автоматизации?**
22. A) Единичное
23. B) Мелкосерийное
24. C) Среднесерийное
25. 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 подготовкой производства компонентов проектируемого двигателя.

Содержание индивидуального задания:

1. **Разработка технологического процесса изготовления детали.** Студент выбирает одну из деталей проектируемого двигателя (поршень, шатун, коленчатый вал, лопатка турбины). Разрабатывает маршрутный технологический процесс. Для одной операции разрабатывает операционную карту с эскизом, режимами резания, выбором оборудования и оснастки.
2. **Выбор метода получения заготовки.** Обосновывает выбор метода получения заготовки (литьё, штамповка, ковка, прокат) с учётом материала, конфигурации, типа производства.
3. **Назначение режимов термической обработки.** Назначает вид и параметры термообработки для достижения заданных свойств.
4. **Разработка технологического процесса сборки узла.** Разрабатывает технологическую схему сборки узла, в который входит деталь. Указывает последовательность операций, методы обеспечения точности, используемое оборудование и оснастку.
5. **Расчёт производственной мощности.** Для заданного типа производства рассчитывает производственную мощность участка по изготовлению детали.

6. **Оценка экономической эффективности.** Выполняет расчёт себестоимости изготовления детали, оценивает экономическую эффективность предлагаемых технологических решений.

Требования к оформлению:

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

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- основную часть;
- графические материалы (эскизы, схемы);
- заключение;
- список использованных источников.

7.3.1.5 Оценочные средства для практических занятий

Типовые задания для практических занятий

Задание 1. Разработка маршрутной карты технологического процесса изготовления поршня

Для заданного чертежа поршня разработать маршрутный технологический процесс. Указать последовательность операций, оборудование, оснастку.

Задание 2. Выбор метода получения заготовки для шатуна с обоснованием решения

Для заданных условий (материал, тип производства, требования к качеству) выбрать метод получения заготовки шатуна. Обосновать выбор.

Задание 3. Разработка операционного технологического процесса для токарной операции (коленчатый вал)

Для операции «точение шатунной шейки» разработать операционную карту. Выполнить эскиз обработки. Рассчитать режимы резания.

Задание 4. Анализ технологичности конструкции лопатки турбины и выбор метода изготовления

Для заданного чертежа лопатки турбины проанализировать технологичность. Выбрать метод изготовления, обосновать выбор.

Задание 5. Назначение режимов термообработки для клапана двигателя

Для заданного клапана (материал, условия работы) назначить вид термообработки. Указать режимы обработки, достигаемые свойства.

Задание 6. Разработка технологической схемы сборки головки блока цилиндров

Разработать технологическую схему сборки головки блока цилиндров. Указать последовательность операций, методы обеспечения точности, оборудование.

Задание 7. Разработка программы контроля качества для детали «Коленчатый вал»

Разработать программу контроля качества для коленчатого вала: указать контролируемые параметры, методы контроля, средства измерений, периодичность.

Задание 8. Расчёт производственной мощности участка механической обработки

Для заданного участка (состав оборудования, режим работы) рассчитать производственную мощность. Определить коэффициент загрузки оборудования.

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.

7.3.2 Промежуточная аттестация (зачет)

7.3.2.1 Условия допуска к зачету

Студент допускается к сдаче зачета 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 с оценкой не ниже «удовлетворительно».
- Отсутствие академической задолженности по дисциплине.

7.3.2.2 Структура билета на зачете

Зачет проводится в форме устного собеседования по вопросам, охватывающим весь материал дисциплины. В процессе собеседования студенту может быть предложено выполнить практическое задание.

Структура собеседования:

- **Теоретический вопрос 1:** из области специфики подготовки производства, технологической подготовки, получения заготовок, механической обработки, изготовления лопаток.
- **Теоретический вопрос 2:** из области термической обработки, сборки и испытаний, обеспечения качества, организации производства.
- **Практическое задание:** разработка фрагмента технологического процесса, расчёт производственной мощности, разработка программы контроля.

7.3.2.3 Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Специфика подготовки производства в энергомашиностроении. Отличительные особенности производства поршневых двигателей и турбомашин.
2. Структура и функции отдела главного технолога (ОГТ). Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП).
3. Стадии ТПП. Технологический контроль конструкторской документации.
4. Выбор метода получения заготовки для деталей энергоустановок. Литьё: виды, применение.
5. Ковка и штамповка: виды, применение. Прокат. Порошковая металлургия.
6. Технология изготовления поршня.
7. Технология изготовления шатуна.
8. Технология изготовления коленчатого вала.
9. Технология изготовления лопаток турбомашин. Материалы лопаток.
10. Методы получения заготовок лопаток.
11. Механическая обработка лопаток. Оборудование и оснастка.
12. Роль термообработки в обеспечении свойств деталей. Отжиг и нормализация.
13. Закалка и отпуск. Поверхностная закалка ТВЧ.
14. Химико-термическая обработка: цементация, азотирование.
15. Технология сборки поршневой группы.
16. Технология сборки головки блока цилиндров.
17. Сборка газотурбинного двигателя. Испытания узлов и двигателя в сборе.
18. Система менеджмента качества (ISO 9001, AS/EN 9100).
19. Контроль в процессе изготовления. Статистическое регулирование процессов.
20. Контроль готовой продукции. Неразрушающие методы контроля.
21. Типы производства в двигателестроении. Их характеристика.
22. Производственная структура предприятия. Организация поточного производства.
23. Расчёт производственной мощности. Планировка оборудования.
24. Производственная логистика. Управление запасами. Взаимодействие с поставщиками.

7.3.2.4 Примеры практических заданий для зачета

Пример 1. Разработка операционной карты

Задание: Для операции «проточка канавок под поршневые кольца» разработать операционную карту. Выполнить эскиз обработки. Указать оборудование, инструмент, режимы резания (глубину резания, подачу, скорость резания). Рассчитать основное время.

Пример 2. Выбор метода получения заготовки

Задание: Для детали «лопатка турбины» выбрать метод получения заготовки. Обосновать выбор. Указать преимущества и недостатки выбранного метода.

Пример 3. Расчёт производственной мощности

Задание: Участок механической обработки имеет 5 станков. Режим работы — 2 смены по 8 часов, 250 рабочих дней в году. Норма времени на обработку одной детали — 0,5 часа. Рассчитать годовую производственную мощность участка. Определить, сколько деталей можно изготовить при коэффициенте загрузки 0,8.

Пример 4. Разработка программы контроля

Задание: Для детали «коленчатый вал» разработать программу контроля качества. Указать контролируемые параметры (диаметры шеек, шероховатость, твёрдость), методы контроля, средства измерений.