

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емец Валерий Сергеевич
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 26.06.2025 17:13:23
Уникальный программный идентификатор:
f2b8a1573c931f1098cfe699d1debd94fcff35d7

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Рязанский институт (филиал) федерального государственного
автономного образовательного учреждения высшего образования
«Московский политехнический университет»**

Рабочая программа дисциплины

**«Инновационные технологии и обработка материалов
концентрированными потоками энергии»**

Направление подготовки

**15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»**

Направленность образовательной программы

**«Технология полимерных и композиционных материалов»,
«Технология машиностроения»**

Квалификация, присваиваемая выпускникам

Бакалавр

Форма обучения

Очная, заочная

Год набора - 2025

**Рязань
2025**

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриата по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1044 от 17 августа 2020 года;

- учебным планом по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, направленностей «Технология машиностроения», «Технология полимерных и композиционных материалов».

Рабочая программа дисциплины включает в себя оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (п.7 Оценочные материалы (фонд оценочных средств) для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации).

Автор: Н. В. Аверин, старший преподаватель кафедры «Машиностроение, энергетика и автомобильный транспорт»

Программа одобрена на заседании кафедры «Машиностроение, энергетика и автомобильный транспорт» (протокол № __ от __.05.2025).

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование общепрофессиональных компетенций, направленных на развитие навыков исследовательской деятельности и способствующих профессиональному и личностному росту, обеспечивающих проектирование бакалаврами дальнейшего образовательного маршрута и планирования профессиональной карьеры, направленной на достижение академической мобильности и конкурентоспособности на рынке труда.

1.2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В таблице 1.1 представлены компетенции, формируемые у обучающегося в результате освоения дисциплины, индикаторы их достижения и планируемые результаты обучения по дисциплине.

Таблица 1.1 – Содержание осваиваемых компетенций

Код и наименование компетенции	ОПК-5. Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
Код и наименование индикатора достижения компетенции	ОПК-5.1. Знает основные закономерности изготовления машиностроительных изделий
Планируемые результаты обучения по дисциплине	Знать Основные закономерности, принципы и методы обработки материалов концентрированными потоками энергии, их влияние на качество изделий и экономическую эффективность Уметь Выбирать оптимальные технологии и режимы обработки для достижения заданных параметров изделий при минимальных ресурсных затратах, оценивать технологическую и экономическую целесообразность методов. Владеть Навыками проектирования технологических процессов с использованием концентрированных потоков энергии, инструментами анализа и оптимизации производственных затрат и качества продукции, в том числе с использованием современных цифровых технологий.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Дисциплины, на освоении которых базируется данная дисциплина:

- Технология конструкционных материалов.

Дисциплины, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины:

- Преддипломная практика.

Для освоения дисциплины студент должен:

знать:

- физико-технические основы обработки материалов лазерными, электронно-лучевыми и плазменными технологиями;
- критерии выбора оборудования и параметров обработки для достижения заданных свойств изделий;
- взаимосвязь технологических режимов с себестоимостью и производительностью процессов;
- современные тенденции в цифровизации производственных процессов и их влияние на оптимизацию затрат;
- нормативно-техническую документацию и стандарты качества для машиностроительных изделий;

уметь:

- определять оптимальный метод обработки под конкретные технические требования к изделию;
- рассчитывать энергетические и временные затраты для минимизации себестоимости без потери качества;
- проводить сравнительный анализ технологий по критериям экономической эффективности и экологической безопасности;
- разрабатывать технологические карты с учётом возможностей автоматизации и цифрового управления;
- выявлять дефекты обработки, связанные с нарушениями режимов;

владеть:

- методами проектирования технологических процессов с использованием концентрированных потоков энергии на основе типовых методик, нормативов и технических требований к изделиям;
- навыками экспериментального подбора режимов обработки для минимизации дефектов и обеспечения заданных параметров качества
- техниками анализа данных (Big Data, IoT) для прогнозирования износа оборудования и контроля качества в реальном времени;
- методиками расчета экономической эффективности процессов обработки, включая оценку расхода материалов, энергии и трудозатрат;

- практикой использования цифровых двойников и VR/AR-инструментов для обучения и отладки процессов.

Изучение дисциплины является необходимым условием для эффективного прохождения практической подготовки. В таблице 2.1 представлена структурно-логическая схема формирования компетенций.

Таблица 2 – Структурно-логическая схема формирования компетенций

Компетенция	Предшествующие дисциплины	Данная дисциплина	Последующие дисциплины
ОПК-5	Технология конструкционных материалов	Инновационные технологии и обработка материалов концентрированными потоками энергии	Преддипломная практика

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов для очной и заочной форм обучения. Распределение часов по видам работ представлено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Распределение часов по видам работ

Виды учебных занятий и работы обучающихся	Трудоемкость, час (очная/заочная ФО)
Общая трудоемкость дисциплины, час	144/144
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего), в т.ч.:	72/ 16
занятия лекционного типа	18/ 8
занятия семинарского типа	36/8
лабораторные работы	0/0
Самостоятельная работа всего, в т.ч.:	90/128
Самоподготовка по темам (разделам) дисциплины	90/128
Подготовка доклада	-
Контрольная работа	-
Промежуточная аттестация	Экзамен

3.1 Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Распределение разделов (тем) дисциплины по видам учебных занятий и их трудоемкость указаны для очной формы обучения в таблице 3.2, для заочной – в таблице 3.3.

Таблица 3.2 – Распределение разделов (тем) дисциплины по видам учебных занятий и их трудоемкость для очной формы обучения

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся, и трудоемкость (в часах)					
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятель ная работа	Форма текущего контроля	
1	Технологии индустрии 4.0	16	4	4	0	8	Устный опрос	
2	Электроэрозионная обработка материалов	22	2	12	0	8	Устный опрос	
3	Лазерная обработка материалов	16	2	8	0	6	Устный опрос	
4	Плазменная обработка материалов	16	1	0	0	15	Устный опрос	
5	Ультразвуковая обработка материалов	16	1	4	0	11	Устный опрос	
6	Электронно-лучевая обработка материалов	16	1	4	0	11	Устный опрос	
7	Инновационные технологии механической обработки	16	2	0	0	14	Устный опрос	
8	Аддитивные технологии	16	2	4	0	10	Устный опрос	
9	Порошковая металлургия	10	2	0	0	8	Устный опрос	
	Форма аттестации							Э
	Всего часов по дисциплине	144	18	36	0	90		

Таблица 3.3 – Распределение разделов (тем) дисциплины по видам учебных занятий и их трудоемкость для заочной формы обучения

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся, и трудоемкость (в часах)					
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятель ная работа	Форма текущего контроля	
1	Технологии индустрии 4.0	16	2	0	0	14	Устный опрос	
2	Электроэрозионная обработка материалов	22	1	4	0	17	Устный опрос	

3	Лазерная обработка материалов	16	1	4	0	11	Устный опрос	
4	Плазменная обработка материалов	16	1	0	0	15	Устный опрос	
5	Ультразвуковая обработка материалов	16	0	0	0	0	Устный опрос	
6	Электронно-лучевая обработка материалов	16	0	0	0	0	Устный опрос	
7	Инновационные технологии механической обработки	16	1	0	0	15	Устный опрос	
8	Аддитивные технологии	16	1	0	0	15	Устный опрос	
9	Порошковая металлургия	10	1	0	0	9	Устный опрос	
	Форма аттестации							Э
	Всего часов по дисциплине	144	8	8	0	128		

3.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Содержание лекционных занятий приведено в таблице 3.4, практических занятий – в таблице 3.5.

Таблица 3.4 – Содержание лекционных занятий

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание раздела (темы) дисциплины
1	Технологии индустрии 4.0	Концепция «умного производства». Ключевые компоненты: IoT, Big Data, киберфизические системы, цифровые двойники. Автоматизация и роботизация процессов. Примеры внедрения в машиностроение. Влияние на снижение затрат и повышение гибкости производства.
2	Электроэрозионная обработка материалов	Описание процесса. Виды обработки. Технологические режимы. Сфера применения. Обрабатываемое оборудование. Материалы электродов. Качество обработанной поверхности.
3	Лазерная обработка материалов	Описание процесса. Виды обработки. Технологические режимы. Сфера применения. Обрабатываемое оборудование. Рабочие тела лазеров.
4	Плазменная обработка материалов	Описание процесса. Виды обработки. Технологические режимы. Сфера применения. Обрабатываемое оборудование.
5	Ультразвуковая обработка материалов	Описание процесса. Виды обработки. Технологические режимы. Сфера применения. Обрабатываемое оборудование.
6	Электронно-лучевая обработка материалов	Описание процесса. Виды обработки. Технологические режимы. Сфера применения. Обрабатываемое оборудование.

7	Инновационные технологии механической обработки	Высокоскоростная обработка резанием. Высокоэффективные методы финишной абразивной обработки. Инновационные технологии ОМД.
8	Аддитивные технологии	Методы 3D печати. Устройство 3D принтеров. Материалы для послойного формирования изделий. Слайсеры. Режимы печати.
9	Порошковая металлургия	Методы получения порошков. Технология изготовления деталей из порошков. Свойства деталей, полученных порошковой металлургией.

Таблица 3.5 – Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Темы практических работ
1	Технологии индустрии 4.0	Основы работы с устройствами виртуальной реальности
2	Электроэрозионная обработка материалов	Влияние параметров электроэрозионной обработки на расход жидкости Электроэрозионная обработка полости литейной матрицы Расчет размеров электрода-инструмента и качества обработанной поверхности для пары электродов «Медь-Сталь45»
3	Лазерная обработка материалов	Расчёт прогнозируемого упрочнения железа после лазерного легирования Расчёт режимов лазерной обработки
4	Ультразвуковая обработка материалов	Проектирование точечного волновода
5	Электронно-лучевая обработка материалов	Расчёт и проектирование электронно-лучевых технологических систем
6	Аддитивные технологии	Подготовка управляющей программы для печати детали на FDM принтере

4 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

4.1 Общие методические рекомендации по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При проведении учебных занятий по дисциплине обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплины в форме курса, составленного на основе результатов научных исследований, проводимых институтом, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

4.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины на занятиях лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины. Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия: вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению; задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчёркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

4.3 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

При подготовке к практическим занятиям, обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчёта показателей, ответить на контрольные вопросы.

В течение практического занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, что засчитывается как текущая работа

студента. Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях; получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины.

4.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 5.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут использовать в специализированных аудиториях для самостоятельной работы компьютеры, обеспечивающему доступ к программному обеспечению, необходимому для изучения дисциплины, а также доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде института (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

4.5 Методические указания по подготовке доклада

При подготовке доклада рекомендуется сделать следующее. Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Подготовить сопроводительную слайд-презентацию и/или демонстрационный раздаточный материал по выбранной теме.

Рекомендуется провести дома репетицию выступления с целью отработки речевого аппарата и продолжительности выступления (регламент \approx 7 мин).

4.6 Методические указания по подготовке к контрольным мероприятиям

Текущий контроль осуществляется в виде устных и письменных ответов, выполнения заданий по теории и контрольной работы. При

подготовке к опросу студенты должны освоить теоретический материал по блокам тем, выносимых на этот опрос.

4.7 Методические указания по выполнению индивидуальных типовых заданий

В случае пропусков занятий, наличия индивидуального графика обучения и для закрепления практических навыков студентам могут быть выданы типовые индивидуальные задания, которые должны быть сданы в установленный преподавателем срок. Выполненные задания оцениваются на оценку.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная:

1. Рогов, В. А. Технология конструкционных материалов. Обработка концентрированными потоками энергии : учебник для вузов / В. А. Рогов, А. Д. Чудаков, Л. А. Ушомирская. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 252 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01343-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561694>.

2. Тотай, А. В. Детали машин. Современные средства и прогрессивные методы обработки : учебник для вузов / А. В. Тотай, М. Н. Нагоркин, В. П. Федоров ; под общей редакцией А. В. Тотая. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 288 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01389-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562066>.

3. Рубаник, В. В. Инновационные технологии в машиностроении : учебное пособие / В. В. Рубаник, С. С. Клименков ; Национальная академия наук Беларуси, Институт технической акустики Национальной академии наук Беларуси, Витебский государственный технологический университет. — Минск : Беларуская навука, 2021. — 406 с. : схем., табл., ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=685866>.

4. Чолах, С. О. Электрофизические методы обработки материалов : учебное пособие / С. О. Чолах, И. С. Жидков, А. И. Кухаренко ; науч. ред. С. П. Никулин ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019. — 199 с. : ил., табл. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=697654>.

5. Станкевич, Л. А. Интеллектуальные системы и технологии : учебник и практикум для вузов / Л. А. Станкевич. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 478 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20363-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560754>.

6. Фетисов, Г. П. Основы технологии порошковой металлургии : учебное пособие : [16+] / Г. П. Фетисов, Н. Г. Крашенинникова, С. Я. Алибеков ; Поволжский государственный технологический университет. — Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2016. — 288 с. : схем., табл., ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459486>.

7. Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники : учебник для вузов / А. Л. Галиновский, Е. С. Голубев, Н. В. Коберник, А. С. Филимонов ; под общей редакцией А. Л. Галиновского. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 145 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16005-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/566644>.

Дополнительная:

1. Финишная обработка поверхностей при производстве деталей / М. Л. Левин, С. А. Клименко, М. Ю. Копейкина [и др.] ; под общ. ред. С. А. Чижик, М. Л. Хейфец ; Национальная академия наук Беларуси, Отделение физико-технических наук [и др.]. — Минск : Беларуская навука, 2017. — 378 с. : ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=484071>.

2. Инновационные технологии и обработка материалов концентрированными потоками энергии: методические указания по выполнению практических работ / Н.В. Аверин, А.С. Асаев. — Рязань : Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета, 2024. — 48 с.

3. Спецкурс «Технология машиностроения»: учебное пособие / Чернышев А. Д., Асаев А. С., Аверин Н. В. — Рязань: Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета, 2020. — 64 с.

Перечень разделов дисциплины и рекомендуемой литературы (из списка основной и дополнительной литературы) для самостоятельной работы студентов приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Учебно-методическое обеспечения самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Литература
1	Технологии индустрии 4.0	Основная: 5
2	Электроэрозионная обработка материалов	Основная: 1, 2, 3, 4 Дополнительная: 2
3	Лазерная обработка материалов	Основная: 1, 2, 3, 4

		Дополнительная: 2
4	Плазменная обработка материалов	Основная: 1, 2, 3, 4 Дополнительная: 3
5	Ультразвуковая обработка материалов	Основная: 3 Дополнительная: 2
6	Электронно-лучевая обработка материалов	Основная: 3 Дополнительная: 2
7	Инновационные технологии механической обработки	Основная: 3 Дополнительная: 1, 3
8	Аддитивные технологии	Основная: 7
9	Порошковая металлургия	Основная: 6

5.2 Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы, интернет-ресурсы

1. КонсультантПлюс [Электронный ресурс] Справочная правовая система. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
2. Электронная библиотечная система Рязанского института (филиала) Московского политехнического института [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://bibl.rimsou.loc/> - Загл. с экрана.
3. БИЦ Московского политехнического университета [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://lib.mospolytech.ru/> - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система «Издательство Лань» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://lanbook.com/> . - Загл. с экрана.
5. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://znanium.com/>. - Загл. с экрана.
6. Электронно-библиотечная система Юрайт [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://urait.ru/>- Загл. с экрана.
7. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека Онлайн» [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://biblioclub.ru/> - Загл. с экрана.

5.3. Программное обеспечение

Информационное обеспечение учебного процесса по дисциплине осуществляется с использованием программного обеспечения (лицензионного и свободно распространяемого), в том числе отечественного производства, представленного в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Программное обеспечение

№ п/п	Наименование	Условия доступа
1	Microsoft Windows	из внутренней сети университета (лицензионный договор)
2	Microsoft Office	из внутренней сети университета (лицензионный договор)
3	КонсультантПлюс	из внутренней сети университета (лицензионный договор)
4	СДО MOODLE	из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет (лицензионный договор)

6. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных учебным планом и рабочей программой дисциплины, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Занятия лекционного типа. Учебные аудитории для занятий лекционного типа укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации (стационарные или переносные наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия (презентации по темам лекций), обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие данной программе дисциплины.

Занятия семинарского типа. Для проведения занятий семинарского типа по дисциплине используются компьютерные классы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета и/или учебные аудитории, укомплектованные мебелью и техническими средствами обучения.

Промежуточная аттестация. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине используются компьютерные классы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета и/или учебные аудитории, укомплектованные мебелью и техническими средствами обучения.

Самостоятельная работа. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде института. Для организации самостоятельной работы обучающихся используются:

- компьютерные классы института;
- библиотека, имеющая места для обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет.

Электронная информационно-образовательная среда института (ЭИОС). Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде института (ЭИОС) из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", как на территории института, так и вне ее.

ЭИОС института обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и

электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик;

- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

- В случае реализации образовательной программы с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий ЭИОС дополнительно обеспечивает:

- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения образовательной программы;

- проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;

- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействия посредством сети "Интернет".

Перечень аудиторий и материально-технических средств, используемых в процессе обучения, представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Перечень аудиторий и материально-технических средств

Аудитория	Вид занятия	Материально-технические средства
№ 13, лекционная аудитория	Лекционные занятия,	– столы, стулья; – маркерная доска, кафедра для преподавателя; – мультимедийный проектор; – экран; – компьютер (ноутбук); – аудио аппаратура.
№109, специализированная компьютерная лаборатория	Практические занятия, самостоятельная работа студентов	– столы, стулья; – маркерная стена; – мультимедийный проектор; Рабочее место преподавателя: – ноутбук. Рабочее место учащегося: – персональный компьютер –14 шт; – Программное обеспечение.
№16 Лаборатория аддитивных технологий	Практические занятия	– столы, стулья; – мультимедийный проектор; – экран; – компьютер (ноутбук); – FDM 3D принтер; – SLA 3D принтер.

7. Оценочные материалы (фонд оценочных средств) для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Таблица 7.1 – Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Технологии индустрии 4.0	ОПК-5	Вопросы к экзамену
2	Электроэрозионная обработка материалов		
3	Лазерная обработка материалов		
4	Плазменная обработка материалов		
5	Ультразвуковая обработка материалов		
6	Электронно-лучевая обработка материалов		
7	Инновационные технологии механической обработки		
8	Аддитивные технологии		
9	Порошковая металлургия		

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по пятибалльной шкале (таблица 7.2).

Таблица 7.2 – Оценивание результатов текущего контроля знаний и межсессионной аттестации

Оценка	Критерий оценивания
Отлично	Полное или частичное посещение лекционных, практических и лабораторных занятий. Выполнение практических заданий на оценки «отлично» и «хорошо», с преобладанием оценки «отлично»
Хорошо	Полное или частичное посещение лекционных, практических и лабораторных занятий. Выполнение практических заданий на оценки «хорошо» и «отлично», с преобладанием оценки «хорошо»
Удовлетворительно	Полное или частичное посещение лекционных, практических и лабораторных занятий. Выполнение практических заданий на оценки «удовлетворительно»
Неудовлетворительно	Полное или частичное посещение лекционных, практических и лабораторных занятий. Неудовлетворительное выполнение практических заданий.
Не аттестован	Непосещение лекционных и практических занятий. Невыполнение практических заданий.

Таблица 7.3 – Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Код и наименование компетенции	ОПК-5. Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	
Результаты обучения (по этапам формирования компетенций)	<p>Знать Основные закономерности, принципы и методы обработки материалов концентрированными потоками энергии, их влияние на качество изделий и экономическую эффективность</p> <p>Уметь Выбирать оптимальные технологии и режимы обработки для достижения заданных параметров изделий при минимальных ресурсных затратах, оценивать технологическую и экономическую целесообразность методов.</p> <p>Владеть Навыками проектирования технологических процессов с использованием концентрированных потоков энергии, инструментами анализа и оптимизации производственных затрат и качества продукции, в том числе с использованием современных цифровых технологий.</p>	
Шкала оценивания, критерии оценивания уровня освоения компетенции	не освоена	Студент не понимает базовых принципов обработки материалов концентрированными потоками энергии, не может выбрать технологию для типовой задачи, не владеет методиками расчета затрат. Знания фрагментарны, отсутствуют навыки работы с оборудованием.
	освоена частично	Студент воспроизводит основные понятия и принципы технологий, но допускает ошибки при выборе режимов обработки и оценке затрат. Решает простейшие задачи только по шаблонам, не способен анализировать причины дефектов или оптимизировать процессы.
	освоена в основном	Студент уверенно применяет типовые технологии, выбирает оборудование и режимы обработки по нормативам, рассчитывает ресурсные затраты. Устраняет стандартные дефекты, но ограничен в решении нестандартных задач. Использует базовые инструменты контроля качества без глубокой оптимизации процессов.
	освоена	Студент проектирует и оптимизирует сложные технологические процессы, комбинируя методы обработки для минимизации затрат и дефектов. Обосновывает выбор технологий, учитывая экономические, экологические и производственные факторы, предлагает инновационные решения.

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Подготовка и ответы по вопросам к экзамену по дисциплине:

1. Big Data: описание технологии, применение в промышленности.

2. Искусственный интеллект: описание технологии, применение в промышленности.
3. Облачные вычисления: описание технологии, применение в промышленности.
4. Системы распределенного реестра: описание технологии, применение в промышленности.
5. IoT: описание технологии, применение в промышленности.
6. Технологии виртуальной, дополненной, смешанной и расширенной реальности: описание, применение в промышленности.
7. Цифровые двойники: описание технологии, применение в промышленности.
8. Достоинства и недостатки методов обработки КПЭ по сравнению с методами механической обработки материалов
9. Физические основы электроэрозионной обработки
10. Проволочно-вырезная ЭЭО: описание технологии, сфера применения, оборудование.
11. Копировально-прошивная ЭЭО: описание технологии, сфера применения, оборудование.
12. Материалы электродов-инструментов, сфера их применения, влияние на процесс и результат обработки.
13. Технологические среды для ЭЭО: назначение, виды, влияние на процесс и результат обработки.
14. Виды и устройство лазеров, физические основы лазерной обработки.
15. Лазерная резка: описание технологии, сфера применения, оборудование.
16. Лазерная маркировка: описание технологии, сфера применения, оборудование.
17. Лазерная сварка: описание технологии, сфера применения, оборудование.
18. Лазерная термическая обработка: описание технологии, сфера применения, оборудование.
19. Лазерное легирование: описание технологии, сфера применения, оборудование.
20. Физические основы плазменной обработки, устройство плазмотрона.
21. Плазменная резка: описание технологии, сфера применения, оборудование.
22. Плазменная сварка: описание технологии, сфера применения, оборудование.
23. Финишное плазменное упрочнение: описание технологии, сфера применения, оборудование.
24. Ультразвуковая обработка материалов: описание методов, сферы применения, оборудование.
25. Электронно-лучевая обработка материалов: описание методов, сферы применения, оборудование.

26. Методы обеспечения безопасности оператора при работе с электронным лучом.

27. Электрохимическая обработка: описание методов, сферы применения, оборудование.

28. Высокоскоростная обработка резанием: описание технологии, сфера применения, оборудование.

29. Комбинированные методы механической обработки: виды, описание, сфера применения.

30. Гидроабразивная обработка: описание технологии, сфера применения, оборудование.

31. Криогенная обработка: описание технологии, сфера применения, оборудование.

32. Обработка деталей свободным абразивом: методы, сфера применения, абразивные материалы.

33. FDM (FFF) 3D печать: описание технологии, сфера применения, оборудование.

34. Подготовка FDM (FFF) принтера к печати. Технологические режимы FDM (FFF) печати.

35. Подготовка управляющей программы для FDM (FFF) принтера. Параметры печати, влияющие на механические свойства модели.

36. SLA 3D печать: описание технологии, сфера применения, оборудование.

37. SLS 3D печать: описание технологии, сфера применения, оборудование.

38. Этапы производства изделий методом порошковой металлургии.

39. Методы получения металлических порошков и их характеристики.

Выполнение практических работ по дисциплине:

40. Основы работы с устройствами виртуальной реальности

41. Влияние параметров электроэрозионной обработки на расход жидкости

42. Электроэрозионная обработка полости литейной матрицы

43. Расчет размеров электрода-инструмента и качества обработанной поверхности для пары электродов «Медь-Сталь45»

44. Расчёт прогнозируемого упрочнения железа после лазерного легирования

45. Расчёт режимов лазерной обработки

46. Проектирование точечного волновода

47. Расчёт и проектирование электронно-лучевых технологических систем

48. Подготовка управляющей программы для печати детали на FDM принтере.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Таблица 7.4 – Критерии и шкала оценки знаний на экзамене

Оценка			
«отлично»	«хорошо»	«удовлетворительно»	
Объем			
Глубокие знания, уверенные действия по решению практических заданий в полном объеме учебной программы, освоение всех компетенций.	Достаточно полные знания, правильные действия по решению практических заданий в объеме учебной программы, освоение всех компетенций.	Твердые знания в объеме основных вопросов, в основном правильные решения практических заданий, освоение всех компетенций.	
Системность			
Ответы на вопросы логично увязаны с учебным материалом, вынесенным на контроль, а также с тем, что изучал ранее.	Ответы на вопросы увязаны с учебным материалом, вынесенные на контроль, а также с тем, что изучал ранее.	Ответы на вопросы в пределах учебного материала, вынесенного на контроль.	Имеется необходимость в постановке наводящих вопросов
Осмысленность			
Правильные и убедительные ответы. Быстрое, правильное и творческое принятие решений, безупречная отработка решений заданий. Умение делать выводы.	Правильные ответы и практические действия. Правильное принятие решений. Грамотная отработка решений по заданиям.	Допускает незначительные ошибки при ответах и практических действиях. Допускает неточность в принятии решений по заданиям.	Имеется необходимость в постановке наводящих вопросов
Уровень освоения компетенций			
Осваиваемые компетенции сформированы			

7.5 Методические рекомендации по проведению экзамена

7.5.1 Цель проведения

Основной целью проведения элементов промежуточной аттестации является определение степени достижения целей по учебной дисциплине или ее разделам. Осуществляется это проверкой и оценкой уровня теоретических

знаний, полученных студентами, умения применять их к решению практических задач, степени овладения студентами практическими навыками и умениями в объеме требований рабочей программы по дисциплине, а также их умение самостоятельно работать с учебной литературой.

7.5.2 Форма проведения

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине в соответствии с учебным графиком, является экзамен. Экзамен проводится в объеме рабочей программы в устной форме. Экзаменационные билеты должны две части - теоретическую и практическую. Информация о структуре билетов доводится студентам заблаговременно.

7.5.3 Метод проведения

Экзамен проводится по билетам.

По отдельным вопросам допускается проверка знаний с помощью технических средств контроля. При необходимости могут рассматриваться дополнительные вопросы и проблемы, решаться задачи и примеры.

7.5.4 Критерии допуска студентов к экзамену

В соответствии с требованиями руководящих документов и согласно Положению о текущем контроле знаний и промежуточной аттестации студентов института, к экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы.

7.5.5 Организационные мероприятия

7.5.5.1 Назначение преподавателя, принимающего экзамен

Экзамены принимаются лицами, которые читали лекции по данной дисциплине, Решением заведующего кафедрой определяются помощники основному экзаменатору из числа преподавателей, ведущих в данной группе практические занятия, а если лекции по разделам учебной дисциплины читались несколькими преподавателями, то определяется состав комиссии для приема экзамена.

7.5.5.2 Конкретизация условий, при которых студенты освобождаются от сдачи экзамена (основа - результаты рейтинговой оценки текущего контроля).

По представлению преподавателя, ведущего занятия в учебной группе, заведующий кафедрой может освободить студентов от сдачи экзамена. От экзамена освобождаются студенты, показавших отличные и хорошие знания по результатам рейтинговой оценки текущего контроля, с выставлением им оценок «отлично» и «хорошо» соответственно.

7.5.6. Методические указания экзаменатору

7.5.6.1 Конкретизируется работа преподавателей в предэкзаменационный период и в период непосредственной подготовки обучающихся к экзамену.

Во время подготовки к экзамену возможны индивидуальные консультации, а перед днем проведения экзамена проводится окончательная предэкзаменационная консультация.

При проведении предэкзаменационных консультаций рекомендуется:

- дать организационные указания о порядке работы при подготовке к экзамену, рекомендации по лучшему усвоению и приведению в стройную систему изученного материала дисциплины;
- ответить на непонятные, слабо усвоенные вопросы;
- дать ответы на вопросы, возникшие в процессе изучения дисциплины и выходящие за рамки учебной программы, «раздвинуть границы»;
- помочь привести в стройную систему знания обучаемых.

Для этого необходимо:

- уточнить учебный материал заключительной лекции. На ней целесообразно указать наиболее сложные и трудноусвояемые места курса, обратив внимание на так называемые подводные камни, выявленные на предыдущих экзаменах.
- определить занятие, на котором заблаговременно довести организационные указания по подготовке к экзамену.
- Рекомендуется использовать при проведении консультаций опросно-ответную форму проведения. Целесообразно, чтобы обучаемые сами задавали вопросы. По характеру и формулировке вопросов преподаватель может судить об уровне и глубине подготовки обучаемых.

7.5.6.2 Уточняются организационные мероприятия и методические приемы при проведении экзамена.

Количество одновременно находящихся экзаменуемых в аудитории. В аудитории, где принимается экзамен, может одновременно находиться студентов из расчета не более пятнадцати экзаменуемых на одного экзаменатора.

Время, отведена на подготовку ответа по билету, не должно превышать 45 минут. По истечению данного времени после получения билета (вопроса) студент должен быть готов к ответу.

Организация практической части экзамена.

Практическая часть экзамена организуется так, чтобы обеспечивалась возможность проверить умение студентов применять теоретические знания при решении практических заданий, освоение компетенций. Она проводится путем постановки экзаменуемым отдельных задач, упражнений, заданий, требующих практических действий по решению заданий. Каждый студент выполняет задание самостоятельно путем производства расчетов, решения

задач, работы с документами и др. При выполнении заданий студент отвечает на дополнительные вопросы, которые может ставить экзаменатор.

Действия экзаменатора.

Студенту на экзамене разрешается брать один билет. В случае, когда экзаменуемый не может ответить на вопросы билета, ему может быть предоставлена возможность выбрать второй билет при условии снижения оценки на 1 балл.

Во время испытания промежуточной аттестации студенты могут пользоваться рабочими программами учебных дисциплин, а также справочниками и прочими источниками информации, перечень которых устанавливается преподавателем.

Использование материалов, не предусмотренных указанным перечнем, а также попытка общения с другими студентами или иными лицами, в том числе с применением электронных средств связи, несанкционированные преподавателем перемещение по аудитории и т.п. не разрешается и являются основанием для удаления студента из аудитории с последующим проставлением в ведомости оценки «неудовлетворительно».

Студент, получивший на экзамене неудовлетворительную оценку, ликвидирует задолженность в сроки, устанавливаемым приказом директора института. Окончательная пересдача экзамена принимается комиссией в составе трех человек (заведующий кафедрой, лектор потока, преподаватель родственной дисциплины).

Задача преподавателя на экзамене заключается в том, чтобы внимательно заслушать студента, проконтролировать решение практических заданий, предоставить ему возможность полностью изложить ответ. Заслушивая ответ и анализируя методы решений практических заданий, преподаватель постоянно оценивает, насколько полно, системно и осмысленно осуществляется ответ, решается практическое задание.

Считается бестактностью прерывать ответ студента, преждевременно давать оценку его ответам и действиям.

В тех случаях, когда ответы на вопросы или практические действия были недостаточно полными или допущены ошибки, преподаватель после ответов студентом на все вопросы задает дополнительные вопросы с целью уточнения уровня освоения дисциплины. Содержание индивидуальных вопросов не должно выходить за рамки рабочей программы. Если студент затрудняется сразу ответить на дополнительный вопрос, он должен спросить разрешения предоставить ему время на подготовку и после подготовки отвечает на него.

8 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение по дисциплине инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ) осуществляется преподавателем с

учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Для студентов с нарушениями опорно-двигательной функции и с ОВЗ по слуху предусматривается сопровождение лекций и практических занятий мультимедийными средствами, раздаточным материалом.

Для студентов с ОВЗ по зрению предусматривается применение технических средств усиления остаточного зрения, а также предусмотрена возможность разработки аудиоматериалов.

По данной дисциплине обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может осуществляться как в аудитории, так и дистанционно с использованием возможностей электронной образовательной среды (образовательного портала) и электронной почты.