

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Рябцев Владимир Васильевич
Должность: Декан
Дата подписания: 19.06.2025 19:50:00
Уникальный программный ключ:
937d0b737ee35db03895d495a275a8aac5224805

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»
Технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ТИ НИЯУ МИФИ)

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

ОДОБРЕНО
Ученым советом ТИ НИЯУ МИФИ
Протокол № 2 от 03.07.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Физико-химические методы обработки
(наименование дисциплины (модуля))

Направление	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
подготовки	машиностроительных производств
Профиль подготовки	Компьютерное проектирование и технологии производства изделий
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Семестр	5	Итого
Трудоемкость, кред.	2	2
Общий объем курса, час.	72	72
Лекции, час.	16	16
Практич. занятия, час.	16	16
Лаборат. работы, час.	-	-
В форме практической подготовки, час.	16	16
СРС, час.	40	40
КСР, час.	-	-
Форма контроля – 5 семестр, зачет	-	-

АННОТАЦИЯ

При изучении дисциплины «Физико-химические методы обработки» у студентов формируется совокупность теоретических знаний, умений и навыков по вопросам физико-химических методов обработки. В курсе дисциплины рассматриваются сущность и основные закономерности физико-химических методов обработки, сведения о применяемом оборудовании и инструменте.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Физико-химические методы обработки» является ознакомление студентов с сущностью, основными закономерностями, технологическими возможностями основных физико-химических методов обработки, используемых на машиностроительных предприятиях, формирование у студентов умения применять знания и участвовать в решении вопросов технологической подготовки производства, изготовления изделий.

Задачи дисциплины:

- ознакомить студентов с основными физико-химическими методами (электроэрозионная, электрохимическая, ультразвуковая, электроннолучевая, светолучевая, плазменная, электровзрывная) обработки;
- дать сведения о технологических возможностях ФХМО, о методах и способах расчёта и проектирования технологических процессов с применением ФХМО, инструмента и оснастки.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Физико-химические методы обработки» изучается студентами третьего курса, входит в теоретический блок профессионального модуля раздела Б.1, в часть, формируемую участниками образовательных отношений, учебного плана по направлению подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» профиля подготовки «Компьютерное проектирование и технологии производства изделий».

Знания и навыки, сформированные при изучении дисциплины, необходимы студентам для успешного и более глубокого освоения курсов: «Оборудование машиностроительных производств», «Технологическое оснащение машиностроительных производств», «Технология обработки металлов резанием», при выполнении курсовых проектов и выпускной квалификационной работы, а также в практической инженерной деятельности.

Для изучения дисциплины необходимы знания и умения, сформированные у обучающихся в результате освоения следующих дисциплин: «Физика»; «Химия»; «Материаловедение»; «Технологические процессы в машиностроении».

Входные компетенции учебной дисциплины:

Код	Компетенция
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Процесс изучения дисциплины «Физико-химические методы обработки» направлен на формирование следующих компетенций: УК-1; УК-2; ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-2.3

Код компетенции	Компетенция
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
ОПК-1	Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении
ОПК-3	Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование
ПК-1	Способен разрабатывать проекты технологических процессов изготовления типовых деталей машин
ПК-2.3	Способен осваивать современные методы производственно-технологического обеспечения машиностроительных производств и выполнять работы по корректировке, освоению и оптимизации технологических процессов с целью повышения качества изделий и эффективности производства с учетом его специфики на объектах ядерного оружейного комплекса

Индикаторами достижения компетенций являются:

Код компетенции	Код индикатора	Индикатор
УК-1	З-УК-1	Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа
	У-УК-1	Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников
	В-УК-1	Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач

УК-2	З-УК-2	Знать: виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность
	У-УК-2	Уметь: проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности
	В-УК-2	Владеть: методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта, навыками работы с нормативно-правовой документацией
ОПК-1	З-ОПК-1	Знать: современные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий
	У-ОПК-1	Уметь: провести сравнительный анализ и выбрать современные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении, обеспечивающие безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий
	В-ОПК-1	Владеть: методами поиска, сбора, анализа информации о современных методах рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении с точки зрения применения малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф, и применения их в профессиональной деятельности
ОПК-3	З-ОПК-3	Знать: технические характеристики, технологические возможности, принципы работы, требования к размещению на рабочих местах нового технологического оборудования, используемого в технологических процессах изготовления деталей машиностроительных производств
	У-ОПК-3	Уметь: осваивать и внедрять новое технологическое оборудование, необходимое для реализации разработанного технологического процесса; анализировать уровень технического и технологического оснащения рабочих мест
	В-ОПК-3	Владеть: навыками освоения и внедрения нового технологического оборудования машиностроительных

		производств
ПК-1	З-ПК-1	Знать: основные принципы проектирования технологических процессов изготовления типовых деталей машин; способы совершенствования технологий на основе эффективного использования материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации
	У-ПК-1	Уметь: разрабатывать технологические схемы распространенных технологических операций; выбрать метод получения заготовок деталей машин; производить качественную и количественную оценку технологичности конструкции изделий машиностроения; применять технологическое оборудование, средства технологического оснащения и технологического сопровождения для изготовления деталей заданной формы и качества, средства диагностики и автоматизации
	В-ПК-1	Владеть: навыками выбора современных конструкционных материалов; оптимальных способов получения из них заготовок; эффективного использования материалов, машиностроительного оборудования, средств технологического оснащения и технологического сопровождения, автоматизации и диагностики; навыками выбора оптимальных технологий
ПК-2.3	З-ПК-2.3	Знать: технические характеристики технологического оборудования, используемого в технологических процессах изготовления деталей; принципы выбора типовых технологических процессов и технологических процессов-аналогов с целью повышения качества изделий и эффективности производства с учетом его специфики на объектах ядерного оружейного комплекса
	У-ПК-2.3	Уметь: выбирать технологическое, основное и вспомогательное оборудование для организации гибких производственных систем; уметь проводить работу по корректировке, освоению и оптимизации технологических процессов машиностроительных производств с целью повышения качества изделий и эффективности производства с учетом его специфики на объектах ядерного оружейного комплекса
	В-ПК-2.3	Владеть: навыками выбора технологического оборудования, необходимого для реализации разработанного технологического процесса; методов и средств контроля правильности эксплуатации технологического оборудования; умеет выполнять расчеты применительно к условиям конкретного типа производства с учетом специфики производства на объектах ядерного оружейного комплекса

4. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Код	Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих:	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
В18	Профессиональное воспитание	формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
В30	Профессиональное воспитание	формирование творческого инженерного мышления и стремления к постоянному самосовершенствованию	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования профессиональной ответственности, творческого инженерного мышления путем проведения инженерных расчетов, физических экспериментов по заданным методикам, учитывая конструктивные особенности разрабатываемых изделий машиностроения и внедрения в производство современных технологий машиностроительных производств, составления описания проводимых исследований, отчетов, анализа результатов и подготовки проектной и рабочей технической документации. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля производственной практики для формирования приверженности к профессиональным ценностям, этике и культуре инженера-разработчика в сфере

Код	Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих:	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
			машиностроительного производства, повышения интереса к инженерно-проектной деятельности через изучение вопросов применения цифровых технологий в проектировании, ознакомление с технологиями и организацией машиностроительных производств посредством погружения студентов в работу конкретных подразделений промышленного предприятия

Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с воспитательным и социальным акцентом:

- изучение основных закономерностей, технологических возможностей основных физико-химических методов обработки, используемых на машиностроительных предприятиях;
- ознакомление с нормативно-техническими и руководящими документами в области технологичности;
- изучение параметров и режимов технологических процессов изготовления деталей машиностроения;
- ознакомление с основами выбора технологического оборудования, материалов для изготовления инструментов и способов их обработки.

Перечисленные мероприятия направлены на:

- формирование навыков выбора технологических методов получения заготовок деталей машиностроения;
- формирование навыков выбора технологического оборудования, необходимого для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей;
- формирование навыков оформления технологической документации на технологические процессы изготовления деталей машиностроения;
- формирование навыков решения задач технической подготовки производства при использовании основных физико-химических методов обработки на машиностроительных предприятиях.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной деятельности, трудоемкость (в ак. часах)					Обязательный текущий контроль успеваемости (форма, неделя)	Аттестация раздела (форма, неделя)	Максимальный балл за раздел
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	В т.ч. в интеракт. форме	Самостоятельная работа			
1	Тема 1. Введение	1	2	-	-	4	-	Д31 Д32	КИ1-5 Защита ДЗ	40
2	Тема 2. Электроэрозионная обработка металлов. Основные закономерности	2	2	2	-		6			
3	Тема 3. Размерная электрохимическая обработка	3	2	2	-		5			
4	Тема 4. Ультразвуковая обработка материалов	4	2	4	-		6			
5	Тема 5. Электроннолучевая обработка материалов	5	2	-	-	4	6	Д33 Д34	КИ2 Защита ДЗ	40
6	Тема 6. Светолучевая обработка материалов	6	2	2	-		6			
7	Тема 7. Плазменная обработка материалов	7	2	2	-		6			
8	Тема 8. Электровзрывная обработка материалов	8	2	4	-		5			
	Зачет									20
	Итого за семестр:		16	16		8	40			100
	ИТОГО:		72							

НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ И ИХ СОДЕРЖАНИЕ

5 семестр

Тема 1. Введение

Основные сведения о физико-химических методах обработки.

Тема 2. Электроэрозионная обработка металлов

Основные сведения о теории процесса электроэрозионной обработки. Стадии процесса, основные закономерности, тепловые процессы. Технологические показатели процесса электроэрозионной обработки: производительность, точность, качество поверхности.

Проектирование технологических процессов. Конструкция, расчёт и изготовление электрода-инструмента. Особенности проектирования, материалы рабочей части, конструкция, изготовление, расчёт, износ инструмента.

Электроэрозионное оборудование. Компоновка, генераторы импульсов, авторегулирование подачи инструмента, системы очистки и подачи рабочей жидкости, размещение оборудования и организация участков, техника безопасности.

Технологические процессы изготовления типовых деталей. Прошивание отверстий, прошивание наружных поверхностей, прошивание полостей, электроэрозионное шлифование, разрезание заготовок, электроэрозионное упрочнение.

Тема 3. Размерная электрохимическая обработка

Теоретические основы процесса формообразования. Механизм анодного растворения. Съём металла при обработке. Пассивация поверхности. Подбор электролита. Гидродинамические процессы в межэлектродном промежутке.

Электрохимическое формообразование. Копирование электрода-инструмента на заготовке. Межэлектродный зазор. Припуск на обработку. Технологические показатели ЭХО. Точность обработки, качество поверхности, производительность.

Проектирование технологических процессов. Исходная информация, технологичность деталей, технологические возможности, основные этапы построения технологического процесса.

Конструкция и расчёт электрода-инструмента. Особенности проектирования, материалы, расчёт и изготовление инструмента.

Оборудование для электрохимической обработки, структура оборудования, системы подачи электролита, ванны, системы регулирования режима электрохимической обработки, компоновка станков, размещение оборудования, техника безопасности.

Технологические процессы электрохимической обработки. Маркирование деталей, протягивание лопаток, обработка лопаток электрогенераторов.

Тема 4. Ультразвуковая обработка материалов

Физические основы ультразвуковой обработки. Ультразвуковые колебания, волновое уравнение, формы ультразвуковых волн. Характеристики ультразвукового поля, акустические свойства среды, стоячие волны, ультразвуковые поля в жидкостях, роль ультразвуковых колебаний в технологических процессах.

Технологические показатели ультразвуковой обработки. Точность размерной обработки и влияние некоторых параметров на размерную обработку, качество поверхности, производительность ультразвуковой обработки, качество и точность ультразвукового резания алмазным инструментом.

Некоторые технологические процессы изготовления деталей. Размерная ультразвуковая обработка, ультразвуковое резание алмазным и абразивным

инструментом, ультразвуковая упрочняюще-чистовая обработка, ультразвуковая отделочная обработка, проектирование технологических процессов.

Расчёт и конструирование ультразвуковых колебательных систем. Характеристики колебательных систем. Магнитострикционные и пьезоэлектрические преобразователи, расчёт ультразвуковых инструментов и концентраторов, расчёт внутренних напряжений и запаса прочности.

Оборудование для ультразвуковой обработки. Компоновка станка, акустические головки, механизмы подачи, источники питания, техника безопасности.

Тема 5. Электроннолучевая обработка материалов

Физические основы электроннолучевой обработки. Получение свободных электронов, ускорение электронов, управление электронным лучом, взаимодействия электронного луча с обрабатываемым материалом.

Основные технологические процессы электроннолучевой обработки. Особенности электронного луча, локальный переплав, электроннолучевая плавка, сварка и испарение материалов, размерная обработка.

Оборудование для электроннолучевой обработки. Электромеханический комплекс, энергетический комплекс, техника безопасности.

Тема 6. Светолучевая обработка материалов

Физические основы получения светолучевых источников энергии. Полихроматический свет, когерентное излучение, основные схемы оптических квантовых генераторов (ОКГ), управление излучением ОКГ, взаимодействие когерентного излучения с веществом.

Технология светолучевой обработки материалов. Технологические особенности излучения ОКГ, ограничение использования лазерной технологии, нагрев, плавление, резка и размерная обработка.

Оборудование для обработки материалов с помощью ОКГ. ОКГ на твёрдом теле, газовые ОКГ, техника безопасности.

Тема 7. Плазменная обработка

Физические характеристики и свойства плазмы. Степень ионизации плазмы, температура плазмы, виды плазменных источников энергии, характеристики плазменного источника.

Технология плазменной обработки. Плазменный нагрев, плавление вещества, сварка и наплавка, напыление, резка.

Оборудование для плазменной обработки материалов. Системы электропитания, системы газового питания и охлаждения, техника безопасности.

Тема 8. Электровзрывная обработка

Физика процесса. Формообразование под действием электрического разряда в жидкости, формообразование при электрическом взрыве, нанесение покрытий.

Технология электровзрывной обработки. Штамповка, очистка изделий, получение неразъёмных соединений, дробление материалов, изменение свойств поверхности.

Оборудование. Электрическая часть установок, конструктивные особенности, электрогидравлические установки, организация участков, техника безопасности.

Расчёт режимов электровзрывной обработки для типовых процессов. Технологичность детали, штамповка фасонных деталей.

Темы практических занятий

Наименование	Срок выдачи, срок сдачи
Задание № 1 Расчёт характеристик электроэрозионной обработки (ток, напряжение) по заданным исходным данным (шероховатость и материал детали). Задание № 2 Расчёт величины шероховатости поверхности в зависимости от размера абразивного зерна.	Срок выдачи задания – 1-я неделя. Срок сдачи выполненного задания – 5-я неделя
Задание № 3 Расчёт скорости обработки плоских деталей в зависимости от длины и диаметра плазменного потока. Задание № 4 Выбор метода обработки детали из заготовки заданной формы и размеров.	Срок выдачи задания – 7-я неделя. Срок сдачи выполненного задания – 13-я неделя.

Аудиторные занятия и бюджет времени на самостоятельную подготовку студента

Учебная неделя	Наименование раздела, краткое наименование темы	Аудиторные занятия (час.)			Практическая подготовка	Самостоятельная работа
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
1	Тема 1. Введение	2	-	-	-	-
2	Тема 2. Электроэрозионная обработка металлов. Основные закономерности	2	2	-	2	6
3	Тема 3. Размерная электрохимическая обработка	2	2	-	2	5
4	Тема 4. Ультразвуковая обработка материалов	2	4	-	4	6
5	Тема 5. Электроннолучевая обработка	2	-	-	-	6

Учебная неделя	Наименование раздела, краткое наименование темы	Аудиторные занятия (час.)			Практическ ая подготовка	Самостоятель ная работа
	материалов					
6	Тема 6. Светолучевая обработка материалов	2	2	-	2	6
7	Тема 7. Плазменная обработка материалов	2	2	-	2	6
8	Тема 8. Электровзрывная обработка материалов	2	4	-	4	5
	Итого	16	16	-	16	40

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При проведении занятий и организации самостоятельной работы студентов используются:

Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: (лекция-изложение, лекция-объяснение, практические работы, контрольные работы).

Использование традиционных технологий обеспечивает ориентирование студента в потоке информации, связанной с различными подходами к вопросам, рассматриваемым в пределах дисциплины; самоопределение в выборе оптимального пути и способов личностно-профессионального развития; систематизацию знаний, полученных студентами в процессе аудиторной и самостоятельной работы. Практические занятия в форме практической подготовки обеспечивают развитие и закрепление умений и навыков.

При работе над домашними заданиями и на практических занятиях применяются следующие технологии: проектная работа, обучение на основе опыта, методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод).

Интерактивные технологии обучения, предполагающие организацию обучения как продуктивной творческой деятельности в режиме взаимодействия студентов друг с другом и с преподавателем.

ИНТЕРАКТИВНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Вид занятий	Интерактивные формы обучения	Количество часов
1.	Раздел 1	Пр. занятия	Работа в малых группах Обучение на основе опыта (case-study)	4
2.	Раздел 2	Пр. занятия	Работа в малых группах Обучение на основе опыта (case-study)	4
	Итого:			8 час.

Организация самостоятельной работы студентов

Цель самостоятельной работы: закрепление знаний, полученных на занятиях. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы и интернет-источников для подготовки к контрольным работам, зачету.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО, ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Код компетенции	Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
УК-1	З-УК-1	У-УК-1	В-УК-1	ДЗ1-4, КИ1, КИ2
УК-2	З-УК-2	У-УК-2	В-УК-2	ДЗ1-4, КИ1, КИ2
ОПК-1	З- ОПК-1	У- ОПК-1	В- ОПК-1	ДЗ1-4
ОПК-3	З- ОПК-3	У- ОПК-3	В- ОПК-3	ДЗ1-4
ПК-1	З- ПК-1	У- ПК-1	В- ПК-1	ДЗ1-4
ПК-2.3	З- ПК-2.3	У- ПК-2.3	В- ПК-2.3	ДЗ1-4

Аттестация дисциплины включает аттестацию разделов в семестре и промежуточную аттестацию в семестре в форме зачета.

6 СЕМЕСТР

Текущий контроль дисциплины в 6 семестре

Раздел дисциплины	Формы обязательной текущей аттестации и аттестации раздела	Максимальный балл за контрольное мероприятие	Максимальный балл за раздел
Раздел 1.	ДЗ1	15	40 (24)
	ДЗ2		
Аттестация раздела	КИ1-5 Защита ДЗ (публичная защита заданий с дискуссией)	15	
Раздел 2.	ДЗ3	15	40 (24)
	ДЗ4		
Аттестация раздела	КИ2 Защита ДЗ (публичная защита заданий с дискуссией)	15	
Итого за текущий контроль			80 (48)
Зачет			20 (12)
Итого:			100

Критерии оценивания разработаны с учётом методик AtomSkills по направлению ГК «Росатом» и соответствуют спецификации стандартов WorldSkills (WSSS). Каждому разделу дисциплины назначен процент относительной важности – так же как и в рамках WSSS. Сумма всех процентов относительной важности составляет 100.

В процессе освоения дисциплины используются следующие формы контроля качества знаний студентов: домашние задания, выполнение и защита (с дискуссией) которых составляет текущий контроль и аттестацию раздела дисциплины соответственно; зачет - итоговый контроль по завершении изучения дисциплины. Индикаторы и критерии оценки форм контроля содержатся в паспорте фонда оценочных средств дисциплины «Физико-химические методы обработки».

Критерии оценки выполнения домашнего задания:

Оценка **13,5-15А «отлично»** -отличное применение студентом теоретических знаний сущности, основных закономерностей, технологических возможностей основных физико-химических методов обработки, используемых на машиностроительных предприятиях; основ выбора технологического оборудования, материалов для изготовления инструментов и способов их обработки. Предложенные решения являются отлично научно-обоснованными, результаты корректно рассчитанными. В полном объеме выполнены все этапы работы. Своевременно предъявленное домашнее задание содержательно высококачественное, правильно оформленное. Научный и оформительский уровень качества выполненной работы максимальный.

Оценка **12,7-13,3 В «очень хорошо»** - очень хорошее применение студентом теоретических знаний сущности, основных закономерностей, технологических возможностей основных физико-химических методов обработки, используемых на машиностроительных предприятиях; основ выбора технологического оборудования, материалов для изготовления инструментов и способов их обработки. Предложенные решения являются очень хорошо научно-обоснованными, результаты корректно рассчитанными. В полном объеме выполнены все этапы работы. Своевременно предъявленное домашнее задание содержательно качественное, правильно оформленное. Научный и оформительский уровень качества выполненной работы приближается к максимальному.

Оценка **11,2-12,6 С «хорошо»** - хорошее применение студентом теоретических знаний сущности, основных закономерностей, технологических возможностей основных физико-химических методов обработки, используемых на машиностроительных предприятиях; основ выбора технологического оборудования, материалов для изготовления инструментов и способов их обработки. Предложенные решения являются хорошо научно-обоснованными, результаты корректно рассчитанными. В полном объеме выполнены все этапы работы. Своевременно предъявленное домашнее задание содержательно качественное, правильно оформленное. Научный и оформительский уровень качества выполненной работы хороший.

Оценка **10,5-11,1 D «удовлетворительно»** - удовлетворительное применение теоретических знаний сущности, основных закономерностей, технологических возможностей основных физико-химических методов обработки, используемых на машиностроительных предприятиях; основ выбора технологического оборудования, материалов для изготовления инструментов и способов их обработки. Предложенные решения являются удовлетворительно научно-обоснованными, результаты достаточно корректно рассчитанными. В полном объеме выполнены все этапы работы. Своевременно предъявленное домашнее задание содержательно достаточно качественное, правильно оформленное. Научный и оформительский уровень качества выполненной работы удовлетворительный.

Оценка **9,7-10,3 D «удовлетворительно»** - удовлетворительное, на низком уровне, применение теоретических знаний сущности, основных закономерностей, технологических возможностей основных физико-химических методов обработки, используемых на машиностроительных предприятиях; основ выбора технологического оборудования, материалов для изготовления инструментов и способов их обработки. Предложенные решения являются удовлетворительно научно-обоснованными,

результаты рассчитаны на удовлетворительном уровне. В полном объеме выполнены все этапы работы. Своевременно предъявленное домашнее задание в целом содержательно удовлетворительно качественное, правильно оформленное. Научный и оформительский уровень качества выполненной работы слабо удовлетворительный.

Оценка **9,0-9,6 Е «посредственно»** - частичное применение студентом теоретических знаний сущности, основных закономерностей, технологических возможностей основных физико-химических методов обработки, используемых на машиностроительных предприятиях; основ выбора технологического оборудования, материалов для изготовления инструментов и способов их обработки. Предложенные решения являются слабо научно-обоснованными, результаты рассчитаны на низком уровне. В целом выполнены все этапы работы. Своевременно предъявленное домашнее задание содержательно посредственного качества, в целом правильно оформленное. Научный и оформительский уровень качества выполненной работы посредственный.

Оценка **ниже 9,0 F «неудовлетворительно»** - фрагментарное применение студентом теоретических знаний сущности, основных закономерностей, технологических возможностей основных физико-химических методов обработки, используемых на машиностроительных предприятиях; основ выбора технологического оборудования, материалов для изготовления инструментов и способов их обработки. Предложенные решения являются фрагментарно научно-обоснованными, результаты рассчитаны на неприемлемо низком уровне. Фрагментарно выполнены этапы работы. Своевременно предъявленное домашнее задание содержательно неприемлемо низкого качества, фрагментарно правильно оформленное. Научный и оформительский уровень качества выполненной работы неудовлетворительный.

Критерии оценки защиты домашнего задания и аттестации раздела дисциплины:

Оценка **13,5-15 А «отлично»** - студентом продемонстрирован, в его кратком докладе на защите выполненного домашнего задания, высший уровень понимания и применения: теоретических знаний в части сущности, основных закономерностей, технологических возможностей основных физико-химических методов обработки, используемых на машиностроительных предприятиях; основ выбора технологического оборудования, материалов для изготовления инструментов и способов их обработки. Предложенные решения технических и технологических задач отлично научно-обоснованы. Научный и доказательный уровень качества доклада и ответов на дополнительные вопросы максимальный.

Суммарная оценка **27-30 А «отлично»**, выставляется студенту: а) за отлично выполненное домашнее задание и б) за отлично проведенную защиту домашнего задания. Характеризует отличное качество знаний, умений, владений студента по итогам контроля (аттестации) его знаний применительно к соответствующему разделу дисциплины.

Оценка **12,7-13,3 В «очень хорошо»** - студентом продемонстрирован, в его кратком докладе на защите выполненного домашнего задания, очень хороший уровень понимания и применения: теоретических знаний в части сущности, основных закономерностей, технологических возможностей основных физико-химических методов обработки, используемых на машиностроительных предприятиях; основ выбора технологического оборудования, материалов для изготовления инструментов и способов их обработки. Предложенные решения технических и технологических задач очень хорошо научно-обоснованы. Научный и доказательный уровень качества доклада и ответов на дополнительные вопросы приближается к максимальному.

Суммарная оценка **25,5-26,7 В «очень хорошо»**, выставляется студенту: а) за очень хорошо выполненное домашнее задание и б) за очень хорошую защиту домашнего задания. Характеризует очень хорошее качество знаний, умений, владений студента по

итогах контроля (аттестации) его знаний применительно к соответствующему разделу дисциплины.

Оценка **11,2-12,6 С «хорошо»** - студентом продемонстрирован, в его кратком докладе на защите выполненного домашнего задания, хороший уровень понимания и применения: теоретических знаний в части сущности, основных закономерностей, технологических возможностей основных физико-химических методов обработки, используемых на машиностроительных предприятиях; основ выбора технологического оборудования, материалов для изготовления инструментов и способов их обработки. Предложенные решения технических и технологических задач хорошо научно–обоснованы. Научный и доказательный уровень качества доклада и ответов на дополнительные вопросы хороший.

Суммарная оценка **22,5-25,2 С «хорошо»**, выставляется студенту: а) за хорошо выполненное домашнее задание и б) за хорошую защиту домашнего задания. Характеризует хорошее качество знаний, умений, владений студента по итогам контроля (аттестации) его знаний применительно к соответствующему разделу дисциплины.

Оценка **10,5-11,1 D «удовлетворительно»**- студентом продемонстрирован, в его кратком докладе на защите выполненного домашнего задания, удовлетворительный уровень понимания и применения: теоретических знаний в части сущности, основных закономерностей, технологических возможностей основных физико-химических методов обработки, используемых на машиностроительных предприятиях; основ выбора технологического оборудования, материалов для изготовления инструментов и способов их обработки. Предложенные решения технических и технологических задач очень удовлетворительно научно–обоснованы. Научный и доказательный уровень качества доклада и ответов на дополнительные вопросы удовлетворительный.

Суммарная оценка **21-22,2 D «удовлетворительно»**, выставляется студенту: а) за удовлетворительно выполненное домашнее задание и б) за удовлетворительную защиту домашнего задания. Характеризует удовлетворительное качество знаний, умений, владений студента по итогам контроля (аттестации) его знаний применительно к соответствующему разделу дисциплины.

Оценка **9,7-10,3 D «удовлетворительно»**- студентом продемонстрирован, в его кратком докладе на защите выполненного домашнего задания, слабо удовлетворительный уровень понимания и применения: теоретических знаний в части сущности, основных закономерностей, технологических возможностей основных физико-химических методов обработки, используемых на машиностроительных предприятиях; основ выбора технологического оборудования, материалов для изготовления инструментов и способов их обработки. Предложенные решения технических и технологических задач слабо научно–обоснованы. Научный и доказательный уровень качества доклада и ответов на дополнительные вопросы слабо удовлетворительный.

Суммарная оценка **19,5-20,7 D «удовлетворительно»**, выставляется студенту: а) за слабо удовлетворительно выполненное домашнее задание и б) за слабо удовлетворительную защиту домашнего задания. Характеризует удовлетворительное качество знаний, умений, владений студента по итогам контроля (аттестации) его знаний применительно к соответствующему разделу дисциплины.

Оценка **9,0-9,6 E «посредственно»** - студентом продемонстрирован, в его кратком докладе на защите выполненного домашнего задания, посредственный уровень понимания и применения: теоретических знаний в части сущности, основных закономерностей, технологических возможностей основных физико-химических методов обработки, используемых на машиностроительных предприятиях; основ выбора технологического оборудования, материалов для изготовления инструментов и способов их обработки. Предложенные решения технических и технологических задач посредственно

научно–обоснованы. Научный и доказательный уровень качества доклада и ответов на дополнительные вопросы посредственный.

Суммарная оценка **18-19,2 Е «посредственно»**, выставляется студенту: а) за посредственно выполненное домашнее задание и б) за посредственную защиту домашнего задания. Характеризует посредственное качество знаний, умений, владений студента по итогам контроля (аттестации) его знаний применительно к соответствующему разделу дисциплины.

Оценка **ниже 9 Е «неудовлетворительно»** - студентом продемонстрирован, в его кратком докладе на защите выполненного домашнего задания, неудовлетворительный уровень понимания и применения: теоретических знаний в части сущности, основных закономерностей, технологических возможностей основных физико-химических методов обработки, используемых на машиностроительных предприятиях; основ выбора технологического оборудования, материалов для изготовления инструментов и способов их обработки. Предложенные решения технических и технологических задач неудовлетворительно научно–обоснованы. Научный и доказательный уровень качества доклада и ответов на дополнительные вопросы неудовлетворительный.

Суммарная оценка **ниже 18 Е «неудовлетворительно»**, выставляется студенту: а) за домашнее задание, выполненное на недопустимо низком учебном уровне и б) за неудовлетворительную защиту домашнего задания. Характеризует неудовлетворительное качество знаний, умений, владений студента по итогам контроля (аттестации) его знаний применительно к соответствующему разделу дисциплины.

В конце освоения дисциплины проводится **зачет**, где студенту предлагается ответить на 2 вопроса и выполнить практическое задание.

Критерии оценки зачета:

Оценка **36-40А «отлично»** - теоретическое содержание курса физико-химические методы обработки отлично освоено, отлично сформированы необходимые практические навыки: применения основных технологических методов к объектам машиностроительного производства; выработки технических и технологических решений применительно к изученным методам физико-химической обработки. Уровень качества всех выполненных заданий максимальный.

Оценка **34-35,6 В «очень хорошо»** - теоретическое содержание курса физико-химические методы обработки очень хорошо освоено, очень хорошо сформированы необходимые практические навыки: применения основных технологических методов к объектам машиностроительного производства; выработки технических и технологических решений применительно к изученным методам физико-химической обработки. Уровень качества всех выполненных заданий приближается к максимальному.

Оценка **30-33,6 С «хорошо»** - теоретическое содержание курса физико-химические методы обработки хорошо освоено, хорошо сформированы необходимые практические навыки: применения основных технологических методов к объектам машиностроительного производства; выработки технических и технологических решений применительно к изученным методам физико-химической обработки. Уровень качества всех выполненных заданий хороший.

Оценка **28-29,6D «удовлетворительно»** - теоретическое содержание курса физико-химические методы обработки в основном освоено, в основном сформированы необходимые практические навыки: применения основных технологических методов к объектам машиностроительного производства; выработки технических и технологических решений применительно к изученным методам физико-химической обработки. Уровень качества всех выполненных заданий удовлетворительный.

Оценка **26-27,6 D «удовлетворительно»** - теоретическое содержание курса физико-химические методы обработки удовлетворительно освоено, удовлетворительно сформированы необходимые практические навыки: применения основных технологических методов к объектам машиностроительного производства; выработки технических и технологических решений применительно к изученным методам физико-химической обработки. Уровень качества всех выполненных заданий слабый удовлетворительный.

Оценка **24-25,6 E «посредственно»** - теоретическое содержание курса физико-химические методы обработки посредственно освоено, посредственно сформированы необходимые практические навыки: применения основных технологических методов к объектам машиностроительного производства; выработки технических и технологических решений применительно к изученным методам физико-химической обработки. Уровень качества всех выполненных заданий посредственный.

Оценка **ниже 24 F «неудовлетворительно»** - теоретическое содержание курса физико-химические методы обработки фрагментарно освоено, фрагментарно сформированы необходимые практические навыки: применения основных технологических методов к объектам машиностроительного производства; выработки технических и технологических решений применительно к изученным методам физико-химической обработки. Уровень качества всех выполненных заданий неудовлетворительный.

Вопросы для подготовки к зачету

1. Основные закономерности и стадии протекания электрического разряда в межэлектродном промежутке при ЭЭО. Причины потерь исходной мощности.
2. Технологические показатели при ЭЭО – производительность обработки, точность изготовления детали, шероховатость обработанных поверхностей, состояние поверхностного слоя. Зависимость показателей ЭЭО от характеристик режимов обработки.
3. Конструкция, расчет и изготовление электрод-инструмента для ЭЭО. Последовательность проектирования технологического процесса. Пути снижения износа инструмента.
4. Технология применения ЭЭО профилированным инструментом (про-шивка фасонных отверстий, обработка полостей в штампах и пресс – формах и т.д.).
5. Технологическая схема эрозионной обработки непрофилированным инструментом. Область применения метода и технологические ограничения
6. Протекание разряда в воздушной среде. Обработка металлов в воздушной среде. Область применения и ограничения.
7. Электрохимическая обработка металлов. Технологическая схема и физико-химическая сущность ЭХО. Анодные и катодные процессы, протекающие при ЭХО.
8. Законы растворения при ЭХО.
9. Технологические параметры ЭХО: плотность тока, напряжение,
10. Электролиты, применяемые при электрохимической обработке металлов. Требования к электролитам по технологичности и безопасности. Состав основных типов электролитов.
11. Технологические схемы электрохимической обработки в проточном электролите фасонных отверстий и полостей. Технические приемы, повышающие надежность подачи электролита в МЭП.
12. Влияние режимов обработки ЭХО на производительность и точность изготовления деталей. Законы растворимости металлов в зависимости от их электрохимических эквивалентов и электрических параметров обработки.

13. Электрохимические методы обработки неподвижным электродом: достоинства и недостатки. Изготовление фасонных отверстий в тонкостенных деталях. Электрохимическое маркирование.
14. Электрохимические схемы обработки деталей: достоинства и недостатки.
15. Особенности проектирования тех. процессов с применением ЭХО.
16. Образование и распространение акустических волн – продольных, поперечных, изгибных. Закономерности распространения и отражения звуковых волн в различных средах (с различным волновым сопротивлением).
17. Технологические схемы обработки, технологичность обрабатываемых материалов.
18. Связь параметров УЗО с технологическими характеристиками. Способы повышения производительности и качества обработки.
19. Электроннолучевая обработка материалов. Физические основы получения и управления электронным пучком.
20. Оборудование для ЭЛО. Основные части ЭЛУ: электронная пушка, вакуумная система, блок фокусировки, система перемещения пучка и детали; применение модулирующего электрода.
21. Локальный переплав и электроннолучевая плавка металлов и сплавов. Преимущества электроннолучевого получения сплавов.
22. Электроннолучевые методы обработки: нанесение покрытий, перфорирование отверстий, локальная термообработка.
23. Типы оптических квантовых генераторов (ОКГ), принцип и условия получения монохроматического излучения.
24. Применение светолучевых методов обработки в промышленности: локальный переплав, резка материалов, поверхностное упрочнение. Размерная лазерная обработка: достоинства и ограничения.
26. Физические основы плазменной обработки. Типы и назначение плазмотронов; способы стабилизации плазменного потока.
27. Технологические схемы плазменной обработки. Достоинства и ограничения, технологические характеристики плазменной обработки.
28. Физические основы электрогидравлической обработки. Условия возбуждения и распространения ударной волны. Технологичность детали ЭВО. Технологические схемы с использованием ЭВО.

Общая оценка итогового контроля по дисциплине формируется путем сложения полученных студентом баллов за продемонстрированные им результаты освоения дисциплины при:

- а) текущем контроле двух разделов;
- б) их аттестации;
- в) за зачет.

Итоговый контроль дисциплины

Промежуточная аттестация	Баллы за контрольное мероприятие	
	Минимальное значение	Максимальное значение
Аттестация разделов	48	80
Зачет	12	20
Итого за 5 семестр:	60	100

Шкала итоговой оценки за семестр

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в

соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 4-балльной шкале	Сумма баллов	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	F
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Сумма баллов	Оценка ECTS	Уровень приобретенных знаний по дисциплине
90-100	A	«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.
85-89	B	«Очень хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.
75-84	C	«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.
65-74	D	«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.
60-64	E	«Посредственно» - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.

Сумма баллов	Оценка ECTS	Уровень приобретенных знаний по дисциплине
Ниже 60	F	«Неудовлетворительно» - очень слабые знания, недостаточные для понимания курса, имеется большое количество основных ошибок и недочетов.

Студент считается аттестованным по разделу, зачету, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Контрольные мероприятия, за которые студент получил 0 баллов (неявка в установленный срок), подлежат обязательной пересдаче. Сроки пересдач контрольных мероприятий в течение семестра определяет кафедра.

Студент, пропустивший контрольное мероприятие без уважительной причины или получивший за него неудовлетворительную оценку, после пересдачи контрольного мероприятия получает балл ниже установленного на 25%.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Основная литература

1. Архипова, Н. А. Электрофизические и электрохимические методы обработки поверхностей / Н. А. Архипова, Т. А. Блинова. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. — 305 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/28423.html> (дата обращения: 01.05.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Волков, Ю.С. Электрофизические и электрохимические процессы обработки материалов : учебное пособие / Ю.С. Волков. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 396 с. — ISBN 978-5-8114-2174-9. — Текст: электронный// Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75505>

3. Дополнительная литература

1. Должиков, В.П. Технологии наукоемких машиностроительных производств : учебное пособие / В.П. Должиков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-2393-4. — Текст: электронный// Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/81559>
2. Зубарев, Ю.М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении : учебное пособие / Ю.М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1856-5. — Текст: электронный// Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64330>
3. Оценка обрабатываемости машиностроительных материалов при электроэрозионном формообразовании : методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Электроэрозионная обработка» / составители В. Ю. Ширяев. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 11 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/55128.html> (дата обращения: 01.05.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Куликов, И. С. Электролитно-плазменная обработка материалов : монография / И. С. Куликов, С. В. Ващенко, А. Я. Каменев. — Минск : Белорусская наука, 2010. — 232 с. — ISBN 978-985-08-1215-5. — Текст : электронный // Цифровой

образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/12329.html> (дата обращения: 01.05.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Программное обеспечение:

Не требуется.

LMS и Интернет-ресурсы:

1. Научная электронная библиотека. URL: <http://www.elibrary.ru>.
2. Национальная платформа открытого образования: <https://openedu.ru/my/courses/>.
3. Образовательный портал НИЯУ МИФИ . URL: <https://online.mephi.ru/>.
4. Справочная система Актион URL: <https://action360.ru/>
5. Центр информационно-библиотечного обеспечения учебно-научной деятельности НИЯУ МИФИ URL: <http://library.mephi.ru/>.
6. Электронная информационно-образовательная среда ТИ НИЯУ МИФИ URL: <http://stud.mephi3.ru/>.
7. Электронно-библиотечная система IPRbooks URL: IPRbooks <https://www.iprbookshop.ru/>.
8. Электронно-библиотечная система Лань URL: <https://e.lanbook.com/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина «Физико-химические методы обработки» обеспечена учебно-методической документацией.

Лекционный материал изучается в специализированной аудитории, оснащенной современным компьютером с подключенным к нему проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран.

Каждый студент имеет свой логин и пароль для входа в Электронную информационно-образовательную среду ТИ НИЯУ МИФИ (<http://stud.mephi3.ru/>)

Каждый студент имеет доступ к электронно-библиотечной системе IPRbooks.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Автор: старший преподаватель кафедры технологии машиностроения Ю.В. Харина.