

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Рябчин Владимир Васильевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 18.07.2023 12:39:35
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 ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО
Ученым советом ТИ НИЯУ МИФИ
Протокол № 3 от 29.06.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы тепломассообмена

(наименование дисциплины (модуля))

Направление	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
подготовки	машиностроительных производств
Профиль подготовки	Современные технологические процессы изготовления изделий в машиностроении
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	очно-заочная

Семестр	3	Итого
Трудоемкость, кред.	3	3
Общий объем курса, час.	108	108
Лекции, час.	8	8
Практич. занятия, час.	8	8
Лаборат. работы, час.	-	-
В форме практической подготовки, час.	-	-
СРС, час.	92	92
КСР, час.	-	-
Форма контроля – зачет	-	-

г. Лесной – 2023 г.

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Основы тепломассообмена» дает представление об основных принципах тепломассообмена – теплопроводности, конвекции, теплового излучения, конвективной теплоотдачи, теплообмена, массообмена, сложного процесса теплопередачи. Рассматривает методику проведения элементарных тепловых расчётов, решения задач, связанных с массообменом. Обеспечивает практическое применение в последующих специальных дисциплинах, на стадии дипломного проектирования и в профессиональной деятельности машиностроительного производства.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью учебной дисциплины «Основы тепломассообмена» является приобретение студентами комплексных знаний об основных положениях теории тепломассообмена, о закономерностях распространения тепла в различных средах, о методах расчёта и анализа тепловых процессов.

Главной задачей дисциплины является ознакомление студентов с закономерностями основных процессов тепломассообмена и проведение тепловых расчётов при решении практических задач.

Учебные задачи дисциплины:

В процессе изучения дисциплины студенты должны овладеть знаниями:

- общих понятий и законов теплообмена и массопереноса;
- основ теории подобия и применения критериальных уравнений;
- основных принципов сложного теплообмена;
- применения на практике базовых теоретических знаний, навыков расчёта основных процессов тепломассообмена;
- освоения принципов и современных расчётных методов тепломассообмена в процессах машиностроительного производства;
- решения конкретных задач тепломассообмена, использования научно-методической и справочной литературы, анализа полученных результатов.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Основы тепломассообмена» изучается студентами второго курса, входит в теоретический блок естественно-научного модуля раздела Б.1, обязательной части учебного плана по направлению подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» профиля подготовки «Современные технологические процессы изготовления изделий в машиностроении».

Дисциплина основывается на знании следующих дисциплин: «Физика», «Математический анализ».

Входными компетенциями для изучения дисциплины являются:

- способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1: Математический анализ, Физика);
- способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах (УКЕ-1: Математический анализ, Физика).

Изучение дисциплины необходимо для дальнейшего изучения таких дисциплин, как "Материаловедение", "Технология обработки металлов резанием".

Указанные связи и содержание дисциплины «Основы тепломассообмена» дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии ОС ВО НИЯУ МИФИ, что обеспечивает соответственный теоретический

уровень и практическую направленность в системе обучения будущей деятельности бакалавра.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Процесс изучения дисциплины «Физика» направлен на формирование следующих компетенций: УК-1, ПК-6, УКЕ-1.

Код компетенции	Компетенция
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
ПК-6	Способен использовать различные методы испытаний физико-механических свойств, контроля технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах

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
ПК-6	З-ПК-6	Знать: физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации изделий из них под воздействием внешних факторов (нагрева, охлаждения, давления и т.д.), их влияние на структуру, а структуры – на свойства современных металлических и неметаллических материалов; основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций; методы проектных и проверочных расчетов; основные виды изнашивания и методы борьбы с ними; методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, стандартные методы их проектирования
	У-ПК-6	Уметь: оценивать и прогнозировать поведение материала и причин отказов продукции под воздействием на них различных эксплуатационных факторов; назначать соответствующую обработку для получения заданных структур и свойств, обеспечивающих надежность

		продукции; выбирать способы восстановления и упрочнения быстроизнашивающихся поверхностей деталей машин; методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, стандартные методы их проектирования
	В-ПК-6	Владеть: навыками выбора методов стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий
УКЕ-1	З-УКЕ-1	знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
	У-УКЕ-1	уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи
	В-УКЕ-1	владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами

4. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Код	Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих:	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
В16	Профессиональное и трудовое воспитание	Формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности	Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для формирования навыков владения эвристическими методами поиска и выбора технических решений в условиях неопределенности через специальные задания (методики ТРИЗ, морфологический анализ, мозговой штурм и др.), культуры инженера-разработчика через организацию проектной, в том числе самостоятельной работы обучающихся с использованием программных пакетов

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

- выбор способов и методов решения задач (самостоятельная работа);

Перечисленные мероприятия направлены на:

- формирование навыков решения различных задач тепломассообмена;

- формирование у студентов трудовой мотивации и активной профессиональной позиции, личного трудолюбия;
- развитие творческих умений и навыков, формирование творческого профессионально-ориентированного мышления, необходимого для решения нестандартных задач.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в ак. часах			Обязат. текущий контроль успеваемости (форма, неделя) ¹	Аттестация раздела (форма, неделя)	Максимальный балл за раздел
			Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа			
1	Раздел 1. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Теплообмен в жидкостях и газах	1-4	4	4	46	РЗ1-3 Т1-4	КИ1-4	30
2	Раздел 2. Тепловое излучение. Процессы теплопередачи. Основы массообмена	5-8	4	4	46	РЗ2-7 Т2-8	КИ2-8	30
	ИТОГО в течении семестра:		8	8	92			60
	Зачет							40
	ИТОГО семестр 2							100

НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

Раздел 1 Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Теплообмен в жидкостях и газах

Тема 1.1 Введение. Способы переноса теплоты. Одномерные стационарные задачи теплопроводности

Способы тепло- и массопереноса: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение, диффузия. Конвективный теплообмен. Теплопередача. Сложный теплообмен. Теплообмен в однородных и неоднородных сплошных средах. Стационарный и нестационарный теплообмен. Градиент температуры. Тепловой поток. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.

Теплопроводность плоской стенки, цилиндрической стенки. Теплопроводность шаровой стенки и тел неправильной формы. Теплопроводность тел с внутренними источниками тепла. Теплопроводность круглого стержня. Теплопроводность цилиндрической стенки.

Тема 1. 2 Конвективный теплообмен. Дифференциальные уравнения теплообмена

¹ РЗ – расчетное задание, Т – тест.

Основные режимы течения: ламинарный и турбулентный. Критерии Рейнольдса. Уравнение теплопроводности. Уравнение движения. Краевые условия.

Тема 1.3 Основы теории подобия. Подобие процессов конвективного теплообмена

Терминология теории подобия. Критерии подобия. Правило выбора констант подобия. Условия подобия конвективного теплообмена при вынужденном движении теплоносителя. Условия подобия процессов теплообмена при естественной конвекции. Условия подобия процессов конвективного теплообмена при совместном свободно-вынужденном движении теплоносителя. Обобщения опытных данных на основе теории подобия.

Тема 1.4 Теплообмен в жидкостях и газах

Теплоотдача при естественной конвекции. Теплоотдача в неограниченном пространстве. Теплоотдача в ограниченном пространстве. Теплоотдача при течении жидкости в трубах. Теплоотдача при ламинарном режиме. Теплоотдача при турбулентном режиме. Теплоотдача при обтекании плоской поверхности. Гидродинамические условия развития.

Раздел 2 Тепловое излучение. Процессы теплопередачи. Основы массообмена

Тема 2.1 Законы теплового излучения

Основные понятия лучистого теплообмена. Природа теплового излучения. Лучистый поток. Плотность лучистого потока. Интенсивность излучения. Поглощательная, отражательная и пропускательная способность тел.

Закон Планка. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Закон Ламберта. Лучистый теплообмен между телами.

Тема 2.2 Сложный теплообмен. Теплопередача

Теплопередача через стенки: многослойная плоская стенка, однородная цилиндрическая стенка, многослойная цилиндрическая стенка. Интенсификация процессов теплопередачи. Тепловая изоляция.

Тема 2.3 Нестационарная теплопроводность. Теплообмен и температуры, возникающие в процессе резания.

Аналитическое описание нестационарного процесса теплопроводности.

Теплообмен и температуры, возникающие в процессе резания. Теплообмен при финишных методах обработки. Тепловые процессы в технологическом оборудовании.

Тема 2.4 Основы массообмена

Основные понятия и определения. Причины возникновения и виды диффузии. Массоотдача, уравнения массоотдачи. Критерии подобия. Критериальные уравнения.

Аудиторные занятия и бюджет времени на самостоятельную подготовку студента

Учебная неделя	Наименование раздела, краткое наименование темы	Аудиторные занятия (час.)		Практическая подготовка	Самостоятельн ая работа
		Лекции	Практичес кие занятия		
1	Введение. Способы переноса теплоты. Одномерные стационарные задачи теплопроводности	2	-	-	12
2	Конвективный теплообмен. Дифференциальные уравнения теплообмена	-	2	-	12
3	Основы теории подобия. Подобие процессов конвективного теплообмена	2	-	-	12
4	Теплообмен в жидкостях и газах	-	2	-	12
5	Законы теплового излучения	2	-	-	10
6	Сложный теплообмен. Теплопередача	-	2	-	12

Учебная неделя	Наименование раздела, краткое наименование темы	Аудиторные занятия (час.)		Практическая подготовка	Самостоятельн ая работа
7	Нестационарная теплопроводность. Теплообмен и температуры, возникающие в процессе резания	2	-	-	12
8	Основы массообмена	-	2	-	10
	Итого	8	8	-	92

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При проведении занятий и организации самостоятельной работы студентов используются:

1. Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: лекция-изложение, лекция-объяснение.

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 обеспечивают развитие и закрепление умений и навыков.

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

ИНТЕРАКТИВНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ НА АУДИТОРНЫХ ЗАНЯТИЯХ

№ раз- дела	Наименование раздела дисциплины	Вид занятий	Интерактивные формы обучения	Количе ство часов
1	Раздел 1. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Теплообмен в жидкостях и газах	Практическое занятие	Командная работа: алгоритм и план решения задач	4
2	Раздел 2. Тепловые излучения. Процессы теплопередачи. Основы массообмена	Практическое занятие	Командная работа: алгоритм и план решения задач	4

Использование интерактивных образовательных технологий способствует повышению интереса и мотивации учащихся, активизации мыслительной деятельности и творческого потенциала студентов, делает более эффективным усвоение материала, позволяет индивидуализировать обучение и ввести экстренную коррекцию знаний.

Активные и интерактивные технологии обеспечивают высокий уровень усвоения студентами знаний, успешное овладение умениями и навыками в области эффективного использования ресурсов предприятия, формируют познавательную потребность и необходимость дальнейшего самообразования, позволяют активизировать исследовательскую деятельность, обеспечивают эффективный контроль усвоения знаний.

Организация самостоятельной работы студентов

Цель самостоятельной работы: закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях. Самостоятельная работа студента включает в себя:

1. Проработку лекционного материала.
2. Выполнение расчетных заданий.

Темы расчетных заданий:

Расчетное задание 1 – Теплопроводность при стационарном режиме. Теплообмен.

Расчетное задание 2 – Тепловое излучение. Теплопередача.

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	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	Р31-2, Т1-2, За
ПК-6	З-ПК-6	У-ПК-6	В-ПК-6	Р31-2, Т1-2, За
УКЕ-1	З-УКЕ-1	У-УКЕ-1	В-УКЕ-1	Р31-2, Т1-2, За

Шкала оценки за текущую аттестацию

Раздел	Форма текущего контроля	Максимальный балл	Максимальный балл за раздел
Раздел 1. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Теплообмен в жидкостях и газах			30
Расчетное задание	Р31	20	
Тест	Т1	10	
Раздел 2. Тепловые излучения. Процессы теплопередачи. Основы массообмена			30
Расчетное задание	Р32	20	
Тест	Т2	10	
Итого			60

Шкала оценки за промежуточную аттестацию (зачет)

Критерии оценивания	Балл
Знание основных понятий и определений, знание специфических для рассматриваемого раздела терминов и их понимание, разъяснение особенностей применения теоретических знаний на практике, что может выражаться в уверенных ответах на дополнительные вопросы	39-40

преподавателя	
Знание основных понятий и определений, знание специфических для рассматриваемого раздела терминов и их неполное понимание, разъяснение особенностей применения теоретических знаний на практике	36-38
Знание основных понятий и определений, знание специфических для рассматриваемого раздела терминов и их понимание. Не разъяснил особенности применения теоретических знаний на практике	32-35
Знание основных понятий и определений, знание специфических для рассматриваемого раздела терминов и их неполное понимание. Не разъяснил особенности применения теоретических знаний на практике	28-31
Неполное знание основных понятий и определений, специфических для рассматриваемого раздела терминов и их неполное понимание. Не разъяснил особенности применения теоретических знаний на практике	24-27
ИТОГО максимум	40
ИТОГО минимум	24

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

Сумма баллов	Оценка ECTS	Уровень приобретенных знаний по дисциплине
		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.
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%.

Вопросы к зачету

1. Дайте понятие температурного поля. Назовите характеристики температурного поля.
2. Опишите одномерное плоское температурное поле. Дайте его аналитическое и графическое изображения.
3. Сформулируйте закон теплопроводности Фурье. Дайте пояснения к величинам, входящим в аналитическое выражение закона.
4. Что такое частное и общее термическое сопротивление? Как они взаимосвязаны? Как определяются перепад температуры через термическое сопротивление?
5. Не приводя вывода в целом, покажите, на каких двух основных законах базируется дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье.
6. Что характеризует коэффициент теплопроводности? Выведите его размерность, используя дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье.
7. Каков физический смысл критериев подобия?
8. Сформулируйте условие, при котором теплообмен в жидкостях характеризуется «чистой теплопроводностью».
9. Сформулируйте условия подобия процессов конвективного теплообмена при свободной конвекции; при вынужденной конвекции.
10. Укажите виды лучистых потоков. Что такое собственное и эффективное излучение?
11. Сформулируйте закон Кирхгофа. При каком условии степень черноты и коэффициент поглощения реального тела всегда равны?
12. Укажите связь закона планка с законами Стефана-Больцмана и смещения Вина.
13. Перечислите способы интенсификации теплообмена излучением.

14. Как влияет степень черноты экранов и их количество на тепловой поток излучения через систему экранов?
15. Чем отличается излучение газов от излучения твердых тел?
16. Сформулируйте закон Фика.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Григорьев Б.А. Тепломассообмен: учебник для вузов/ Григорьев Б.А., Цветков Ф.Ф.— М.: Издательский дом МЭИ, 2011.— 562 с.
2. Краснощеков Е.А. Задачник по теплопередаче / Е.А. Краснощеков, А.С. Сукомел – М. : Госэнергоиздат, 1981. – 264 с.

Дополнительная литература

1. Даниленко Г.В. Основы теплопередачи : метод. пособие / Г.В. Даниленко; ТИ НИЯУ МИФИ. – Лесной, 2014. – 73 с.
2. Мухачев Г.А. Термодинамика и теплопередача : учебник / Г.А. Мухачев, В.К. Щукин. – 3-е изд., перераб. – М. : Высшая школа, 1991.- 480 с
3. Резников А.Н. Тепловые процессы в технологических система : учебник. / А.Н. Резников, Л.А. Резников. - М. : Машиностроение, 1990. – 288 с.

Программное обеспечение:

Специальное программное обеспечение не требуется.

LMS и Интернет-ресурсы:

1. Образовательный портал НИЯУ МИФИ . URL: <https://online.mephi.ru/>
2. Центр информационно-библиотечного обеспечения учебно-научной деятельности НИЯУ МИФИ URL: <http://library.mephi.ru/>.
3. Электронная информационно-образовательная среда ТИ НИЯУ МИФИ URL: <http://stud.mephi3.ru/>.
4. Электронно-библиотечная система URL: IPRbooks <https://www.iprbookshop.ru/>.
5. Курсы ведущих вузов России платформы Открытое образование <https://openedu.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы:

проектор Nec + экран (настенный), компьютер: процессор IntelPentium 4; оперативная память 4GBDDR3; монитор ЖК Benq 19,5”, клавиатура, мышь, Adobe Reader

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: доцент кафедры общей физики С.А.Ромашина.