

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании Ученого
совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ,
протокол №25.8 от 25.08.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

УРАВНЕНИЯ ПЕРЕНОСА В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ

название дисциплины

для направления подготовки

22.03.01 –Материаловедение и технологии материалов

код и название направления подготовки

образовательная программа

«Плазменные и лазерные технологии материалов»

Форма обучения: очная

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины

обучение основным математическим методам линейной неравновесной термодинамики применительно к материаловедческим задачам, включая аналитические и численные методы решений уравнений в частных производных и обыкновенных дифференциальных уравнений с применением специальных функций

Задачи дисциплины

- приобретение знаний о математических методах линейной неравновесной термодинамики применительно к материаловедческим задачам;
- применение численных методов решений уравнений в частных производных и обыкновенных дифференциальных уравнений с применением специальных функций

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части и относится к профессиональному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Физика:

Механика Ньютона. Базовые понятия классической равновесной термодинамики и молекулярной физики.

Математика:

Математический анализ в объеме дифференцирования и интегрирования функции одной переменной и функции нескольких переменных. Теория кратных интегралов и векторное поле. Гармонический анализ и теория рядов Фурье. Линейные уравнения и системы, Непрерывная зависимость решения от параметра, теория устойчивости, Уравнения с частными производными первого порядка. Основные комбинаторные объекты: перестановки, размещения, сочетания, разбиения. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Функция распределения и ее свойства. Числовые характеристики случайных величин и их свойства.

Дополнительные главы математического анализа:

Функциональные методы решения краевых задач для уравнений в частных производных. Уравнения Лапласа, Пуассона, теплопроводности, волновое. Метод Фурье.

Теоретическая механика и теория упругости:

Обобщенные координаты системы, обобщенные скорости. Обобщенные силы. Уравнения Лагранжа первого рода. Дифференциальные уравнения движения системы в обобщенных координатах. Функция Лагранжа. Вариационные принципы механики.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 и 6 семестрах.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, общетехнические и естественнонаучные знания	З-ОПК-1 знать фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы У-ОПК-1 уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера; В-ОПК-1 владеть навыками моделирования, математического анализа, а также решать задачи в области естественнонаучных и общетехнических знаний.
ОПК-2	Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	З-ОПК-2 знать основные принципы проектирования технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений У-ОПК-2 уметь проектировать технические объекты, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений В-ОПК-2 владеть навыками проектирования технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
ОПК-4	Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	З-ОПК-4 знать основные методы проведения экспериментальных исследований, контроля и диагностики; У-ОПК-4 уметь пользоваться современными средствами измерения, контроля и обработки экспериментальных данных; В-ОПК-4 владеть навыками выбора методик и оборудования для проведения экспериментальных исследований и измерений, а также обработки и представления полученных экспериментальных данных.

ОПК-5	Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств	З-ОПК-5 знать основные прикладные аппаратно- программные средства, применяемые для решения научно-исследовательских задач в области профессиональной деятельности; У-ОПК-5 уметь пользоваться типовыми аппаратно-программными средствами для решения научно-исследовательских задач в области профессиональной деятельности; В-ОПК-5 владеть навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для решения научно-исследовательских задач.
ОПК-8	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	З-ОПК-8 Знать основные принципы работы современных информационных технологий У-ОПК-8 Уметь использовать основные принципы работы современных информационных технологий В-ОПК-8 Владеть навыками решения задач в профессиональной деятельности с помощью современных информационных технологий
ПК-1	Способен использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	З-ПК-1 знать основные методы исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; У-ПК-1 уметь использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; В-ПК-1 владеть навыками исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации.

ПК-2	Способен использовать на практике современные представления о влиянии структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	<p>3-ПК-2 знать основные представления о структуре материалов и влиянии структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями;</p> <p>У-ПК-2 уметь анализировать влияние структуры материалов на их свойства, а также ее эволюцию при взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями;</p> <p>В-ПК-2 владеть практическими навыками анализа эволюции структурно-фазового состояния материалов при взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями и влияния этой эволюции на свойства материалов.</p>
УКЦ-1	Способен в цифровой среде использовать различные цифровые средства, позволяющие во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей	<p>3-УКЦ-1 Знать: современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также основные приемы и нормы социального взаимодействия и технологии межличностной и групповой коммуникации с использованием дистанционных технологий</p> <p>У-УКЦ-1 Уметь: выбирать современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе и применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды с использованием дистанционных технологий</p> <p>В-УКЦ-1 Владеть: навыками применения современных информационных технологий и цифровых средств коммуникации, в том числе отечественного производства, а также методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде с использованием дистанционных технологий</p>

УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	<p>З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>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</p> <p>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</p>
УКЦ-2	Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач	<p>З-УКЦ-2 Знать: методики сбора и обработки информации с использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности</p> <p>У-УКЦ-2 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности</p> <p>В-УКЦ-2 Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками</p>

		подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с использованием цифровых средств и с учетом требований информационной безопасности
--	--	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих: - формирование культуры безопасности при работе с лазерным излучением различного вида; - формирование культуры безопасности при работе с высокомошными экспериментальными и промышленными установками.	Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин и всех видов практик для: - формирования культуры безопасности лазерного излучения посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий, а также в ходе практической работы с лазерным оборудованием; - формирования культуры безопасности при работе на высокомошных экспериментальных и промышленных установках, которые имеют повышенный уровень опасности через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе на оборудовании для исследования высокотемпературной плазмы.

Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с

воспитательным и социальным акцентом:

1. Организация научно-практических конференций, встреч с выдающимися учеными и ведущими представителями отраслей в области лазерных и плазменных технологий, круглых столов, и прикладной математики.
2. Участие в студенческих олимпиадах и студенческих конкурсах, конкурсах профессионального мастерства, студенческих научных обществах и объединениях, а также летних школах.
3. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых международных журналах.
4. Проведение научного семинара студентов и аспирантов отделения лазерных и плазменных технологий.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	Количество часов на вид работы:
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия (всего)	80
В том числе:	
лекции	32
практические занятия	48
лабораторные занятия	0
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
зачет	-
зачет с оценкой	36
экзамены	-
Самостоятельная работа обучающихся	
Самостоятельная работа обучающихся	172
Всего (часы):	288
Всего (зачетные единицы):	8

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебной работы				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1-5	Общие понятия об уравнениях переноса.	4	10	-	-	40
6-11	Уравнения теплопроводности и диффузии.	6	10	-	-	40
12-16	Аналитические методы решений.	6	12	-	-	52
	Итого за 5 семестр:	16	32	-	-	132

1-5	Уравнение электропереноса.	4	4	-	-	10
6-11	Элементы неравновесной термодинамики.	4	4	-	-	10
12-14	Общие сведения о системе Mathcad.	4	4	-	-	10
14-16	Решение задач математической физики в системе Mathcad.	4	4			
	Итого за 6 семестр:	16	16	-	-	40
	Всего:	32	48	-	-	172

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная контактная работа, СРО – самостоятельная работа.

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	Общие понятия об уравнениях переноса.	Явление переноса. Общее уравнение переноса. Виды процессов переноса (диффузия, теплопроводность, электропроводность).
2	Уравнения теплопроводности и диффузии.	Уравнение Фика, уравнение Фурье, геометрический фактор в различных кристаллических решетках и жидкостях, подвижности (соотношение Эйнштейна), зависимость коэффициента диффузии от температуры, энергетический барьер диффузии. Уравнение Аррениуса.
3	Аналитические методы решений.	Методы решений однородных и неоднородных дифференциальных уравнений. Преобразования Лапласа. Решение одномерного уравнения диффузии и теплопроводности с помощью преобразований Лапласа. Решение дифференциальных уравнений с помощью преобразований Лапласа.
4	Уравнение электропереноса.	Вывод уравнения электропереноса. Влияние температуры на механизмы электропереноса.
5	Элементы неравновесной термодинамики.	Неравновесная термодинамика, коэффициенты Онзагера.
6	Общие сведения о системе Mathcad.	Общие сведения о работе и методах вычислений в системе Mathcad.
7	Решение задач математической физики в системе Mathcad.	Решение уравнений диффузии и теплопроводности, однородных и неоднородных дифференциальных уравнений в пакете Mathcad.

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	Общие понятия об уравнениях переноса.	Явление переноса. Общее уравнение переноса.

2	Уравнения теплопроводности и диффузии.	Уравнение Фика, уравнение Фурье, геометрический фактор в различных кристаллических решетках и жидкостях, подвижности (соотношение Эйнштейна), зависимость коэффициента диффузии от температуры, энергетический барьер диффузии. Уравнение Аррениуса.
3	Аналитические методы решений.	Методы решений однородных и неоднородных дифференциальных уравнений. Преобразования Лапласа. Решение одномерного уравнения диффузии и теплопроводности с помощью преобразований

		Лапласа. Решение дифференциальных уравнений с помощью преобразований Лапласа.
4	Уравнение электропереноса.	Вывод уравнения электропереноса. Влияние температуры на механизмы электропереноса.
5	Элементы неравновесной термодинамики.	Неравновесная термодинамика, коэффициенты Онзагера.
6	Общие сведения о системе Mathcad.	Общие сведения о работе и методах вычислений в системе Mathcad.
7	Решение задач математической физики в системе Mathcad.	Решение уравнений диффузии и теплопроводности, однородных и неоднородных дифференциальных уравнений в пакете Mathcad.

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета <http://lib.mexmat.ru>
2. образовательный сайт - <http://www.relativity.ru/>
3. Электронный учебно-методический комплекс дисциплины «Уравнения переноса в твердых телах», ИАТЭ НИЯУ МИФИ – отделение ЛаПлаз.

8. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. Филиппов Л.П. Явление переноса. М.: Издательство МГУ. 1986. - 120 с. [Электронный ресурс] / <http://www.twirpx.com/file/95880/>, Режим доступа: свободный (Дата обращения: 25.04.2015 г.)
2. Г.Н. Елманов, А.Г. Залужный, В.И. Скрытний, Е.А. Смирнов, Ю.А. Перлович, В.Н. Яльцев. Том 1. Физика твердого тела – М.: НИЯУ МИФИ, 2012. – 764 с.
3. Х. Мерер. Диффузия в твердых телах. Монография. Пер. с англ.: Научное издание / Х. Мерер – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 536 с.
4. Бокштейн Б. С. Атомы блуждают по кристаллу. — М.: Наука, 1984. — 208 с. [Электронный ресурс] / <http://www.twirpx.com/file/452942/>, Режим доступа: свободный (Дата обращения: 25.04.2015 г.)
5. Ю. Ю. Тарасевич Численные методы на Mathcad'е. – Астраханский гос. пед. ун-т: Астрахань, 2000. 70 с. [Электронный ресурс] / <http://www.twirpx.com/file/1044520/>, Режим доступа: свободный (Дата обращения: 25.04.2015 г.)

б) дополнительная учебная литература:

1. Берд Р., Стьюарт В., Лайтфут Е. Явление переноса. М.: «Химия», 1974. 688 с. [Электронный ресурс] / <http://www.twirpx.com/file/397784/>, Режим доступа: свободный (Дата обращения: 25.04.2015 г.)
2. Ансельм А.И. Основы статистической физики и термодинамики. М.: Наука, 1973. - 424 с. [Электронный ресурс] <http://www.twirpx.com/file/132558/>, Режим доступа: свободный (Дата обращения: 25.04.2015 г.)
3. Дьярмати И. Неравновесная термодинамика. Теория поля и вариационные принципы. — М.: Мир, 1974. 404 с. [Электронный ресурс] <http://www.twirpx.com/file/249184/>, Режим доступа: свободный (Дата обращения: 25.04.2015 г.)

9. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- 9.1. Образовательный математический сайт: Mathcad [электронный ресурс] - <http://www.exponenta.ru/soft/Mathcad/Mathcad.asp>
- 9.2. Решение нелинейных уравнений и систем уравнений в пакете MathCAD [электронный ресурс] – <http://pers.narod.ru/study/mathcad/07.html>
- 9.3. Решение физических задач с помощью пакета Mathcad [электронный ресурс] – <http://maier-rv.glazov.net/math/math1.htm>

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении *понятий о об уравнениях переноса* необходимо обратить внимание на:

- Явление переноса.
- Виды процессов переноса.
- Общее уравнение переноса.

При изучении *уравнений теплопроводности и диффузии* необходимо обратить внимание на вопросы:

- Первый Закон Фика.
- Температурная зависимость коэффициента диффузии.
- Соотношения Эйнштейна.
- Энергетический барьер диффузии.
- Геометрический фактор в различных кристаллических решетках и жидкостях.
- Уравнение Аррениуса. Современное состояние аррениусовской кинетики.

При изучении *дифференциальных уравнений диффузии и теплопроводности* необходимо обратить внимание на вопросы:

- Дифференциальное уравнение диффузии (второй закон Фика).

При изучении *теоретических методов решения уравнения диффузии и теплопроводности* необходимо обратить внимание на вопросы:

- Методы решений однородных и неоднородных дифференциальных уравнений.
- Преобразования Лапласа.
- Распределения и их преобразования по Лапласу.
- Решение одномерного уравнения диффузии.
- Решение дифференциальных уравнений с помощью преобразований Лапласа.

При изучении *уравнения электропереноса* необходимо обратить внимание на вопросы:

- Уравнение электропереноса.
- Особенность свойств электропереноса.
- Влияние температуры на механизмы электропереноса.

При изучении *неравновесной термодинамики* необходимо обратить внимание на вопросы:

- Неравновесная термодинамика, теплопроводность и диффузия.
- Уравнение Онзагера, коэффициент Онзагера.

При изучении *общих сведений о системе Mathcad* необходимо обратить внимание на вопросы:

- Методы вычислений в системе Mathcad.
- Алгоритмы методов решения физических задач в Mathcad.

При изучении *решений задач математической физики в системе Mathcad*. необходимо обратить внимание на вопросы:

- Решение уравнений диффузии и теплопроводности в системе Mathcad.
- Решение однородных и неоднородных дифференциальных уравнений в системе Mathcad.
- Алгоритм метода решения дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа в Mathcad.

11. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешенном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

11.1 Перечень информационных технологий

Не требуется

11.2 Перечень программного обеспечения

Не требуется

11.3 Перечень информационных справочных систем

Не требуется

12. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебная аудитория для проведения учебных занятий

Специализированная мебель:

Стол преподавателя – 1 шт.;

Стол двухместный – 24 шт.;

Стул – 50 шт.;

Доска меловая – 1 шт.

13. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

13.1 *Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине*

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1	Общие понятия об уравнениях переноса.	лекция, семинары	14	Планомерная организация последовательности различных видов аудиторных занятий (лекций, практических занятий и лабораторных работ) в сочетании с внеаудиторной работой студента.
2	Уравнения теплопроводности и диффузии.	лекция, семинары	16	Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.
3	Аналитические методы решений.	лекция, семинары	18	Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.
4	Уравнение электропереноса.	лекция, семинары	8	Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.
5	Элементы неравновесной термодинамики.	лекция, семинары	8	Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.
6	Общие сведения о системе Mathcad.	лекция, семинары	8	Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.

7	Решение задач математической физики в системе Mathcad.	лекция, семинары	8	Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.
---	--	------------------	---	--

13.2 Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

1. Понятие о потоках и источниках [1]
2. Уравнение баланса в общем виде [1]
3. Диффузия, электропроводность и теплопроводность [1]
4. Уравнения диффузии и теплопроводности [1]
5. Краевые условия уравнений диффузии и теплопроводности [1]
6. Метод преобразования Лапласа. [3]
7. Точечный источник в одном, двух и трех измерениях [3]
8. Соотношение Эйнштейна. [3]
9. Случайные блуждания и диффузия [3]
10. Температурная зависимость диффузии. [3]
11. Соотношение Аррениуса [3]
12. Диффузия и внешние движущие силы [3]
13. Термодинамика необратимых процессов и диффузия. [3]

Контроль самостоятельной работы осуществляется в виде проверки письменных самостоятельных работ по указанным темам, а также при проведении семинарских занятий и рейтинговом контроле.

14. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае обучающийся предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях

ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия обучающийся может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия обучающийся должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем обучающийся в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составил:

К.А.Горчаков, доцент отделения ЛаПЛаз, к.ф.-м.н.,

Рецензент:

О.А.Плаксин, нач. отдела ГНЦ РФ-ФЭИ, д.ф.-м.н., доцент