

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ БИОМЕДИЦИНЫ  
КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫХ МЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМ

ОДОБРЕНО НТС ИФИБ

Протокол № 3.1

от 30.08.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИАГНОСТИКЕ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	2	72	8	24	0		40	0	3
Итого	2	72	8	24	0	0	40	0	

## **АННОТАЦИЯ**

В рамках данного курса студенты изучат применение современных нейросетевых технологий в области диагностики онкологических заболеваний. Курс охватывает основные принципы работы искусственных нейронных сетей, их архитектуры и методы обучения, а также специфику использования нейросетей в медицинской диагностике.

Студенты познакомятся с различными типами медицинских данных (изображения, сигналы, текстовая информация), используемых для обучения нейронных сетей, и освоят методы предварительной обработки и подготовки этих данных. Особое внимание будет уделено сверточным нейронным сетям, широко применяемым для анализа медицинских изображений.

В ходе курса будут рассмотрены примеры успешного применения нейросетевых технологий в диагностике различных типов онкологических заболеваний, включая рак легких, молочной железы и кожи. Студенты получают практические навыки разработки и обучения нейронных сетей для решения задач классификации и сегментации медицинских изображений.

Кроме того, курс затронет вопросы интеграции нейросетевых моделей в существующие системы медицинской диагностики, а также этические аспекты использования ИИ в здравоохранении. По завершении курса студенты будут способны применять полученные знания и навыки для разработки инновационных решений в области диагностики онкологических заболеваний на основе нейросетевых технологий.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков применения нейросетевых технологий для решения задач диагностики онкологических заболеваний.

Задачи дисциплины:

1. Изучить основные принципы работы искусственных нейронных сетей, их архитектуры и методы обучения.
2. Освоить методы предварительной обработки и подготовки медицинских данных для обучения нейронных сетей.
3. Получить знания о сверточных нейронных сетях и их применении в анализе медицинских изображений.
4. Рассмотреть примеры успешного применения нейросетевых технологий в диагностике различных типов онкологических заболеваний.
5. Приобрести практические навыки разработки и обучения нейронных сетей для решения задач классификации и сегментации медицинских изображений.
6. Изучить способы интеграции нейросетевых моделей в существующие системы медицинской диагностики.
7. Ознакомиться с этическими аспектами использования ИИ в здравоохранении.
8. Развить у студентов способность к самостоятельному поиску, анализу и применению научно-технической информации в области нейросетевых технологий для диагностики онкологических заболеваний.
9. Сформировать у студентов навыки работы в команде, эффективной коммуникации и презентации результатов своей работы.

10. Подготовить студентов к решению практических задач в области разработки инновационных диагностических систем на основе нейросетевых технологий.

Достижение поставленных целей и задач позволит студентам приобрести компетенции, необходимые для успешной профессиональной деятельности в области применения нейросетевых технологий в медицинской диагностике онкологических заболеваний.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для успешного освоения дисциплины студентам необходимы знания и умения, полученные в результате изучения дисциплин: курсов общей физики и высшей математики, изучаемых на первых курсах университета, а также знания в области общей медицины. Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для научно-исследовательской работы студентов, а также написания выпускной квалификационной работы.

## 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
сбор и анализ медико-биологической и научно-технической информации, а также обобщение отечественного и зарубежного опыта в сфере биотехнических систем и технологий, анализ патентной литературы; участие в планировании и проведении экспериментов по	автоматизированные системы обработки биомедицинской и экологической информации, биотехнические системы управления, в контур которых в качестве управляющего звена включен человек-оператор	ПК-2.1 [1] - способен проводить основные исследования при проектировании интеллектуальных систем поддержки  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 26.014	З-ПК-2.1[1] - Знать методы исследования теоретических и прикладных вопросов, связанных с исследованием, разработкой высокотехнологичных систем для медицинской диагностики; У-ПК-2.1[1] - Уметь формировать исходные данные для создаваемых высокотехнологичных

<p>заданной методике, обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств; проведение вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей биологических и биотехнических процессов и объектов; подготовка данных, составление отчетов и научных публикаций по результатам проведенных работ, участие во внедрении результатов в медико-биологическую практику.</p>			<p>систем; В-ПК-2.1[1] - Владеть навыками сопровождения и эксплуатации современных медицинских комплексов, связанных с разработкой и внедрением в клинической практике систем диагностики с акцентом на онкологические заболевания</p>
<p>проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию новых и совершенствованию существующих методов и средств защиты объектов интеллектуальной собственности; исследование и анализ рынка интеллектуальной собственности.</p>	<p>Медицинские данные, медицинские изображения, биомедицинские показатели</p>	<p>ПК-3.1 [1] - Способен проводить исследования и проектировать системы искусственного интеллекта для поддержки принятия решений в области диагностики с использованием методов распознавания образов, баз знаний, экспертных систем и дистанционных технологий</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный</p>	<p>З-ПК-3.1[1] - Знать методы исследования теоретических и прикладных вопросов, связанных с разработкой систем искусственного интеллекта для медицинской диагностики социальнозначимых заболеваний и для технической диагностики изделий ответственного назначения.; У-ПК-3.1[1] - Уметь формировать исходные данные для создаваемых систем,</p>

		стандарт: 40.011	<p>выбирать и обосновывать научнотехнические и организационные решения в области проектирования указанных систем, разрабатывать и оформлять соответствующую документацию, эффективно взаимодействовать со специалистами смежных областей.;</p> <p>В-ПК-3.1[1] - Владеть навыками сопровождения и эксплуатации современных медицинских комплексов искусственного интеллекта, связанных с разработкой и внедрением в клинической практике систем диагностики с акцентом на онкологические заболевания.</p>
проектно-конструкторский			
Анализ современного состояния методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур для биомедицинских применений; оценка технических и экономических рисков при выборе методов и оборудования измерения параметров наноматериалов и наноструктур; разработка новых технологических	Новые биомедицинские материалы и технологии, связанные с наноматериалами и нанотехнологиями	<p>ПК-6 [1] - Способен разрабатывать и интегрировать биотехнические системы и технологии, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 26.014, 40.011, 40.104</p>	<p>3-ПК-6[1] - Знать подходы к разработке биотехнические системы и технологии;</p> <p>У-ПК-6[1] - Уметь разрабатывать и интегрировать биотехнические системы и технологии, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения;</p> <p>В-ПК-6[1] - Владеть разработкой и способен интегрировать биотехнические системы и технологии,</p>

инструкций по проведению измерений параметров наноматериалов и наноструктур; повышение качества и производительности методов и оборудования; разработка проектной и технической документации.			в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения
---	--	--	---

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для

	информационной безопасности (B23)	формирование базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование сознательного отношения к нормам и правилам цифрового поведения, их понимания и приятия (B31)	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин «Введение в специальность», «Основы и применение синхротронного излучения», «Физика биологического действия радиации» и всех видов практик – ознакомительной, научно-исследовательской, педагогической, преддипломной для: - формирования культуры работы с патогенами, обеспечивающей безопасность и не распространение, приборами дозиметрического контроля, радиационной и экологической безопасности посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий по вопросам биобезопасности</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "Медицинские установки и детекторы излучений", "Рентгеновская компьютерная томография", "Основы МРТ", "Основы ПЭТ", "Основы интроскопии", "Радиационная физика", "Дозиметрическое планирование лучевой терапии", "Магнитно-резонансная томография", "Позитрон-эмиссионная томография", "Ядерная медицина", "Физика радиоизотопной медицины" и всех видов практик для: - формирования культуры радиационной безопасности, в том числе при получении практических навыков посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий, а также в ходе практической работы с терапевтическим и диагностическим оборудованием. 3.Использование воспитательного потенциала дисциплин «Проектирование компьютерных</p>

		<p>медицинских систем»; «Системы обработки изображений в медицине»; «Анализ экспериментальных данных»; «Искусственный интеллект в медицине» для - формирования сознательного отношения к нормам и правилам цифрового поведения посредством выполнения индивидуальных заданий, связанных с вовлечением передовых цифровых технологий через обсуждение на еженедельном семинаре в научном коллективе. 5.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин и всех видов практик для: - формирования этических основ проведения экспериментов с использованием лабораторных животных посредством обсуждения техники безопасной работы с высокотехнологичным экспериментальным оборудованием, высокопроизводительной вычислительной техникой и с живыми системами.</p>
--	--	---

Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с воспитательным и социальным акцентом в рамках дисциплины "Нейросетевые технологии в диагностике онкологических заболеваний" может способствовать формированию у студентов не только профессиональных компетенций, но и важных личностных качеств, социальной ответственности и гражданской позиции. Примеры таких мероприятий и заданий:

1. Организация встреч с практикующими врачами-онкологами и пациентами, победившими рак, для обсуждения роли современных технологий, в том числе нейросетевых, в ранней диагностике и эффективном лечении онкологических заболеваний.
2. Проведение дискуссий и круглых столов на тему этических аспектов применения искусственного интеллекта в медицине, в частности, в диагностике онкологических заболеваний.
3. Участие в волонтерских проектах, направленных на повышение осведомленности населения о методах профилактики и ранней диагностики рака, а также на поддержку пациентов с онкологическими заболеваниями и их семей.
4. Разработка студентами просветительских материалов (брошюр, видеороликов, веб-сайтов) о роли нейросетевых технологий в диагностике онкологических заболеваний и их потенциале для улучшения качества жизни пациентов.
5. Организация хакатонов или конкурсов студенческих проектов, направленных на создание инновационных решений в области применения нейросетевых технологий для диагностики и поддержки лечения онкологических заболеваний.
6. Привлечение студентов к участию в научно-исследовательских проектах, связанных с разработкой и внедрением нейросетевых технологий в онкодиагностику, с акцентом на социальную значимость и гуманитарные аспекты этой работы.



Такие мероприятия и задания помогут студентам осознать важность их будущей профессии для общества, развить эмпатию и коммуникативные навыки, а также укрепить мотивацию к учебе и профессиональному росту. Они также будут способствовать формированию активной гражданской позиции и готовности применять полученные знания и навыки для решения социально значимых проблем.

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	4/12/0		25	КИ-8	3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, 3-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1
2	Второй раздел	9-16	4/12/0		25	КИ-16	3-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, 3-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		8/24/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 7 Семестр</b>				50	3	3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, 3-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	8	24	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	4	12	0
	<b>Теоретические основы нейросетевых технологий</b> В этом пункте рассматриваются фундаментальные концепции и принципы, лежащие в основе нейросетевых технологий. Студенты изучают биологические основы искусственных нейронных сетей, их структуру и основные компоненты (нейроны, слои, связи). Раздел охватывает различные типы нейронных сетей, такие как прямые и рекуррентные сети, а также их математическое описание. Студенты знакомятся с алгоритмами обучения нейронных сетей, включая методы обучения с учителем и без учителя, алгоритмы оптимизации (например, градиентный спуск), функции активации и регуляризации. Также рассматриваются вопросы оценки производительности нейронных сетей, переобучения и недообучения, методы инициализации весов и др.	Всего аудиторных часов		
		2	6	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<b>Применение нейронных сетей в медицинской диагностике</b> Этот пункт посвящен применению нейросетевых технологий в контексте медицинской диагностики. Студенты изучают преимущества использования нейронных сетей в медицине, такие как способность обрабатывать большие объемы данных, автоматическое извлечение признаков и высокая точность диагностики. Рассматриваются различные типы медицинских данных (изображения, сигналы, текстовая информация), которые могут быть проанализированы с помощью нейронных сетей. Студенты знакомятся с основными этапами разработки нейросетевых моделей для медицинской диагностики, включая подготовку данных, выбор архитектуры, обучение, валидацию и тестирование моделей. Также обсуждаются вопросы интерпретации результатов, полученных с помощью нейронных сетей, и их интеграции в клинический рабочий процесс.	Всего аудиторных часов		
		2	6	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-16</b>	<b>Второй раздел</b>	4	12	0
	<b>Анализ медицинских изображений с использованием</b>	Всего аудиторных часов		

<b>нейросетей</b> В этом пункте студенты изучают применение нейросетевых технологий для анализа медицинских изображений, таких как рентгеновские снимки, КТ, МРТ и гистологические изображения. Рассматриваются сверточные нейронные сети (CNN) как основной инструмент для обработки изображений, их архитектура и принципы работы. Студенты осваивают методы предварительной обработки изображений, включая фильтрацию, нормализацию, аугментацию данных и др. Изучаются алгоритмы сегментации и классификации медицинских изображений с использованием нейронных сетей, а также оценка их эффективности с помощью метрик, таких как точность, чувствительность, специфичность и площадь под ROC-кривой (AUC). Также рассматриваются передовые архитектуры нейронных сетей для анализа медицинских изображений (например, U-Net, ResNet, GAN).	2	6	0
	Онлайн		
	0	0	0
<b>Практическое применение нейросетевых моделей в диагностике онкологических заболеваний</b> Этот пункт фокусируется на практических аспектах использования нейросетевых моделей для диагностики онкологических заболеваний. Студенты изучают особенности применения нейронных сетей для обнаружения и классификации различных типов рака, таких как рак легких, молочной железы, простаты, кожи и др. Рассматриваются конкретные примеры разработки и валидации нейросетевых моделей на реальных медицинских данных, полученных из клинической практики или открытых источников. Студенты осваивают методы оценки диагностической точности моделей, включая кросс-валидацию и тестирование на независимых наборах данных. Обсуждаются стратегии повышения надежности и интерпретируемости нейросетевых моделей, такие как использование ансамблей моделей, визуализация карт активации и оценка неопределенности предсказаний. Также рассматриваются вопросы внедрения разработанных моделей в клиническую практику, включая интеграцию с медицинскими информационными системами, обучение медицинского персонала и оценку экономической эффективности.	Всего аудиторных часов		
	2	6	0
	Онлайн		
	0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации

Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В рамках дисциплины рекомендуется использовать следующие образовательные технологии:

1. Лекции с использованием мультимедийных презентаций и демонстрацией практических примеров применения нейросетевых технологий в диагностике онкологических заболеваний.
2. Практические занятия в компьютерных классах, где студенты будут осваивать навыки программирования нейросетевых моделей, обработки медицинских данных и анализа результатов.
3. Лабораторные работы, в ходе которых студенты будут решать реальные задачи диагностики онкологических заболеваний с использованием нейросетевых технологий на примере медицинских данных (изображений, сигналов, текстовой информации).
4. Проектно-ориентированное обучение, в рамках которого студенты будут работать над индивидуальными или групповыми проектами по разработке нейросетевых моделей для диагностики конкретных типов онкологических заболеваний.
5. Семинары и дискуссии, посвященные обсуждению современных достижений и перспектив применения нейросетевых технологий в онкодиагностике, а также этических аспектов использования ИИ в медицине.
6. Мастер-классы и воркшопы с участием приглашенных экспертов - практикующих врачей, исследователей и разработчиков в области применения ИИ в медицинской диагностике.
7. Самостоятельная работа студентов, включающая изучение научной литературы, подготовку презентаций и отчетов по проектам, а также решение практических задач и кейсов.
8. Интерактивные онлайн-курсы и вебинары, позволяющие студентам знакомиться с опытом ведущих мировых научных и медицинских центров в области применения нейросетевых технологий в диагностике онкологических заболеваний.
9. Хакатоны и соревнования по анализу медицинских данных, стимулирующие студентов к творческому применению полученных знаний и навыков.
10. Учебные экскурсии в медицинские учреждения и исследовательские лаборатории, занимающиеся разработкой и внедрением нейросетевых технологий в онкодиагностику.

Сочетание различных образовательных технологий позволит студентам глубоко освоить теоретический материал, приобрести практические навыки и опыт решения реальных задач, а также развить креативность, коммуникабельность и способность к командной работе.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-2.1	З-ПК-2.1	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2.1	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2.1	З, КИ-8, КИ-16
ПК-6	З-ПК-6	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-6	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-6	З, КИ-8, КИ-16
ПК-3.1	З-ПК-3.1	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3.1	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3.1	З, КИ-8, КИ-16

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить

			обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	--	--	--

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

### **1. Общие положения**

1.1. При реализации программы дисциплины используются образовательные технологии в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы с использованием Internet-ресурсов, методических разработок, учебной, научно-популярной и научной литературы.

1.2. Приступая к изучению дисциплины студенту необходимо ознакомиться с целями и задачами дисциплины, содержанием рабочей программы дисциплины, рекомендуемыми литературными источниками, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися на образовательном портале и сайте кафедры.

### **2. Рекомендации по подготовке к практическим занятиям.**

2.1. Подготовка к практическому занятию включает в себя текущую работу над учебными материалами с использованием рекомендуемой основной и дополнительной литературы.

2.2. При подготовке к практическим занятиям следует проработать теоретический материал по рекомендованным литературным источникам, относящихся к данному практическому занятию.

2.3. В ходе практических занятий давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов, доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

### 3. Самостоятельная работа обучающихся

3.1. Самостоятельная работа предполагает формирование и усвоение теоретического материала на базе изучения и систематизации материалов учебников, официальных государственных документов, законов, нормативно-справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем, компьютерной сети Интернет.

3.2. Обучающимся следует руководствоваться графиком самостоятельной работы, определенным рабочим планом дисциплины и выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельной работы, и представлять их в установленный срок.

#### 4. Рекомендации по подготовке и сдаче аттестации по дисциплине.

4.1. Аттестация по дисциплине основана на балльно-рейтинговой системе, которая включает текущий контроль успеваемости, рубежный контроль в семестре и промежуточную аттестацию по итогам освоения дисциплины.

4.2. Текущий контроль подразумевает проверку готовности студентов к занятиям, для чего могут быть использованы различные проверочные задания. Прохождение контрольных рубежей проводится в середине и конце семестра и может осуществляться в виде контрольных работ, письменных опросов и т.д. Этап промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в целом подразумевает сдачу зачета и самостоятельную подготовку к нему.

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

### 1. Общие положения

1.1 При реализации программы дисциплины используются образовательные технологии в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы с использованием Internet-ресурсов, методических разработок, учебной, научно-популярной и научной литературы.

#### 1.2. На первом занятии преподаватель:

знакомит студентов с целями и задачами преподаваемой дисциплины, определяет ее место в образовательной программе, обозначает междисциплинарные связи;

уточняет планы практических (семинарских, лабораторных) занятий в соответствии с рабочей программой дисциплины, с учетом контингента и уровня подготовки студентов;

рекомендует основную и дополнительную литературу для успешного освоения дисциплины;

доводит до сведения студентов систему оценки знаний.

#### 2. Рекомендации по подготовке и преподаванию дисциплины

##### 2.1. Рекомендации по подготовке и проведению практических (семинарских) занятий:

2.1.1. Цель практических (семинарских) занятий - предоставление возможностей для углубленного изучения теории, овладения практическими навыками и выработки самостоятельного творческого мышления у студентов. На каждом таком занятии обучающиеся решают практические задачи и демонстрируют результаты выполнения домашнего задания, выданного на предыдущем занятии.

2.1.2. На каждом таком занятии обучающиеся решают практические задачи и демонстрируют результаты выполнения домашнего задания, выданного на предыдущем занятии.

##### 2.2. Рекомендации по организации руководства самостоятельной работой студентов

2.2.1. Самостоятельная работа предполагает формирование и усвоение теоретического материала на базе изучения и систематизации материалов учебников, официальных

государственных документов, законов, нормативно-справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем, компьютерной сети Интернет.

2.2.2. В ходе руководства самостоятельной работой студентов преподаватель приобщает их к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

2.3. Рекомендации по осуществлению контроля знаний обучаемых

2.3.1. По дисциплине действует балльно-рейтинговая система, которая включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию по итогам освоения дисциплины

2.3.2. По дисциплине предусмотрены следующие виды аттестации: текущий контроль, рубежный контроль и итоговая аттестация.

2.3.3. Текущий контроль подразумевает проверку готовности студентов к лабораторным и практическим занятиям, могут быть использованы различные проверочные задания.

2.3.4. Прохождение контрольных рубежей по итогам освоения дисциплины проводится в середине и конце семестра.

2.3.5. Этап промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в целом подразумевает приём зачета и самостоятельную подготовку к нему.

дисциплины, помочь студентам приобрести необходимые знания и навыки, а также развить их интерес и мотивацию к дальнейшему профессиональному росту в этой перспективной области.

Автор(ы):

Отченашенко Александр Иванович

Никитаев Валентин Григорьевич, д.т.н., профессор