

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А.Д. Сахарова» Белорусского
государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по учебной
и воспитательной работе

И.Э. Бученков

И. Э. Бученков

2019 г.

Регистрационный № УД-848-19/уч.



**МОДУЛЬ «МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ»
МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ**

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 04 05 Медицинская физика

2019 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО № 1-31 04 05-2018 и учебного плана учреждения высшего образования № 107-18/уч. специальности 1-31 04 05 «Медицинская физика».

СОСТАВИТЕЛЬ:

Д. В. Коледа, доцент кафедры общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 01.11. 2019);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 19.11. 2019)

уметь:

- исследовать функционалы на экстремум;
- строить функцию Грина для различных краевых задач;
- находить приближенные аналитические и численные решения уравнений математической физики;

владеть:

- методами экспериментальной и теоретической математической физики;
- методами обработки результатов экспериментальных исследований;
- терминологией методов математической физики.

Программа курса рассчитана на 120 ч, аудиторных часов 74, из которых лекционных – 40 ч, практических занятий – 34 ч.

Форма получения высшего образования – дневная.

Форма итоговой аттестации – экзамен в V семестре.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

При изучении дисциплины «Методы математической физики» предусматривается углубление и развитие знаний, умений и навыков, приобретенных при изучении высшей математики, дифференциальных и интегральных уравнений. Она играет исключительно важную роль в формировании теоретических знаний по специальности 1-31 04 05 «Медицинская физика», давая основу для математического моделирования физических процессов, происходящих в линейных ускорителях, других установках, генерирующих ионизирующее излучение, способствуя освоению методов математического описания явлений, происходящих при взаимодействии ионизирующего излучения с веществом.

Изучению дисциплины «Методы математической физики» необходимо для дальнейшего освоения таких предметов, как «Физика ядра и ионизирующего излучения», «Электродинамика», «Квантовая физика», «Защита от ионизирующего излучения» и т.д.

Перед преподающими дисциплину ставятся следующие задачи:

- обоснованно и четко излагать учебный материал;
- проиллюстрировать использование изучаемых математических закономерностей в естественных науках;
- подготовить студентов к изучению специальных дисциплин.

Цели учебной дисциплины: освоение ключевых понятий, вопросов теории уравнений математической физики, классификации, постановок задач, методов решения; формирование систематизированных знаний и навыков по таким взаимосвязанным разделам высшей математики, как ряды и преобразования Фурье, операционное исчисление, уравнения гиперболического, параболического и эллиптического типов, специальные функции.

Задача учебной дисциплины: обеспечить глубокую подготовку по разделам математической физики, выработать навыки решения уравнений в частных производных.

Для успешного усвоения дисциплины необходимы знания по математическому анализу, аналитической геометрии и линейной алгебре, дифференциальным уравнениям, общей физике.

Изучение и усвоение дисциплины предполагает владение следующими *компетенциями*: быть способным использовать современные методы обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований.

В результате усвоения дисциплины студент должен

знать:

- основы вариационного исчисления, операции над функционалами;
- особенности динамики нелинейных систем;
- методы получения точных, приближенных аналитических и численных решений уравнений математической физики;
- основные стохастические модели;

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Векторный анализ в задачах математической физики

Скалярные поля и поверхности уровня. Векторные поля и векторные линии. Теоремы Остроградского – Гаусса и Стокса. Дифференциальные операции первого и второго порядка для скалярных и векторных полей. Правила действий с оператором «набла», особенности его применения. Классификация векторных полей. Потенциальные и вихревые векторные поля. Уравнения для скалярного и векторного потенциалов. Теорема разложения Гельмгольца.

Тема 2. Элементы теории поля в криволинейных координатах

Криволинейные ортогональные системы координат. Коэффициенты Ламе. Элементы длин, площадей и объёмов в криволинейных ортогональных координатах. Основные дифференциальные операции в криволинейных ортогональных координатах. Основные дифференциальные операции на примере цилиндрических и сферических координат.

Тема 3. Основные уравнения математической физики

Понятие линейного дифференциального уравнения в частных производных. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка. Граничные и начальные условия в дифференциальных задачах.

Основные уравнения математической физики. Вывод некоторых уравнений математической физики: уравнение колебаний струны, уравнение теплопроводности, уравнения свободного электромагнитного поля, уравнения для потенциалов электромагнитного поля.

Тема 4. Метод разделения переменных

Общая схема метода Фурье (метода разделения переменных). Свободные колебания струны конечной длины. Решение уравнения Шредингера для частицы, движущейся в центральном поле. Решение уравнения Лапласа в сферических координатах. Сферические гармоники и функции Лежандра. Метод Фробениуса (метод степенных рядов) на примере уравнения Лежандра. Решение уравнения Лапласа в цилиндрических координатах. Уравнение Бесселя, функции Бесселя. Решение уравнения теплопроводности для бесконечного стержня.

Тема 5. Ряды Фурье. Функциональные пространства

Тригонометрические ряды Фурье и интеграл Фурье. Преобразование Фурье и его свойства. Понятие гильбертова пространства и скалярного произведения в нём. Самосопряжённые и нормальные операторы в гильбертовом пространстве и их свойства. Полные системы функций и обобщённые ряды Фурье. Дельта-функция Дирака и операции с ней.

Тема 6. Метод функций Грина

Метод функций Грина для решения краевых задач. Функция Грина для уравнения теплопроводности и уравнения Пуассона. Решение неоднородного волнового уравнения методом функции Грина. Запозывающие и опережающие потенциалы.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Формы контроля знаний
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа	Иное	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Векторный анализ в задачах математической физики	6	4			метод. пособие	сам. раб.
2	Элементы теории поля в криволинейных координатах	2	2			метод. пособие	
3	Основные уравнения математической физики	4	2			метод. пособие	
4	Метод разделения переменных	12	10			метод. пособие	сам. раб.
5	Ряды Фурье. Функциональные пространства	10	10			метод. пособие	сам. раб.
6	Метод функции Грина	6	4			метод. пособие	
7	Контрольная работа		2				
ВСЕГО		40	34				

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Инновационные подходы и методы к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется метод учебной дискуссии, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме. Использование метода обеспечивает появление нового уровня понимания изучаемой темы, применение знаний (теорий, концепций) при решении проблем, определение способов их решения.

Для организации самостоятельной работы студентов по курсу необходимо использовать современные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к практическим занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

При этом не ставится цель охватить все стороны предмета или заменить другие формы работы. Подбор заданий для самостоятельной работы направлен на формирование базовых предметных компетенций путем применения теоретических знаний в конкретных ситуациях, а также на развитие активности и самостоятельности студентов.

Качество самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего промежуточного и итогового контроля в форме устного опроса, коллоквиумов, контрольных работ по темам и разделам дисциплины (модулям).

С целью диагностики знаний, умений и навыков студентов по данной дисциплине рекомендуется использовать:

- 1) контрольные работы;
- 2) самостоятельные работы;
- 3) тесты;
- 4) коллоквиумы по пройденному теоретическому материалу;
- 5) устный опрос в ходе практических занятий;
- 6) проверку конспектов лекций студентов.

ЛИТЕРАТУРА***Основная***

1. Горюнов, А. Ф. Методы математической физики в примерах и задачах: учеб. пособие. В 2 т. Т. II: / А. Ф. Горюнов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. – 772 с.
2. Кудряшов, С. Н. Основные методы решения практических задач в курсе «Уравнения математической физики» / С. Н. Кудряшов, Т. Н. Радченко. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2011. – 308 с.
3. Иванов, Ю. В. Краткий курс математической физики: учеб. пособие / Ю. В. Иванов. – Глазов: ООО «Глазовская типография», 2012. – 47 с.
4. Тихонов, А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики: учеб. пособие / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. – М.: Изд-во МГУ, 1999. – 730 с.
5. Мартинсон, Л. К., Малов Ю.М. Дифференциальные уравнения математической физики / Л. К. Мартинсон, Ю. М. Малов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002. – 345 с.

Дополнительная

6. Blennow, M. Mathematical Methods for Physics and Engineering / M. Blennow. – London: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2018. – 315 с.
7. Боголюбов, А. Н. Задачи по математической физике: учеб. пособие / А. Н. Боголюбов, В. В. Кравцов. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 486 с.
8. Будаков, Б. М. Сборник задач по математической физике / Б. М. Будаков, А. А. Самарский, А. Н. Тихонов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 521 с.
9. Холодова, С. Е. Специальные функции в задачах математической физики / С. Е. Холодова, С. И. Перегудин. – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 631 с.
10. Колесникова, С. И. Методы решения основных задач уравнений математической физики / С. И. Колесникова. – М.: МФТИ, 2015. – 486 с.

Протокол согласования учебной программы

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на 2020/2021 учебный год

№	Дополнения и изменения	Основание
1.	<p>В основной список литературы включить</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Blennow, M. Mathematical Methods for Physics and Engineering / M. Blennow. –London: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2018. – 315 с. 2. Колесникова, С. И. Методы решения основных задач уравнений математической физики / С. И. Колесникова. – М.: МФТИ, 2015. – 486 с. 	

2.	<p>Из основного списка литературы перенести в дополнительный</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Горюнов, А. Ф. Методы математической физики в примерах и задачах: учеб. пособие. В 2 т. Т. II: / А. Ф. Горюнов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. – 772 с. 2. Кудряшов, С. Н. Основные методы решения практических задач в курсе «Уравнения математической физики» / С. Н. Кудряшов, Т. Н. Радченко. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2011. – 308 с. 3. Иванов, Ю. В. Краткий курс математической физики: учеб. пособие / Ю. В. Иванов. – Глазов: ООО «Глазовская типография», 2012. – 47 с. 4. Тихонов, А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики: учеб. пособие / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. – М.: Изд-во МГУ, 1999. – 730 с. 5. Мартинсон, Л. К., Малов Ю.М. Дифференциальные уравнения математической физики / Л. К. Мартинсон, Ю. М. Малов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002. – 345 с. 	
----	--	--

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и медицинской физики (протокол № 1 от 31.08.2020 года).

Заведующий кафедрой



Н.А. Савастенко, к. физ.- мат. наук, доцент

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета мониторинга окружающей среды _____ В.В. Жилко, к.х.н., доцент

424

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на 2021/2022 учебный год

№	Дополнения и изменения	Основание
1.	<p>В основной список литературы включить</p> <p>1. Барашков, В. А. Методы математической физики: учебное пособие / В. А. Барашков. – М. : Инфра-М, 2018. – 480 с.</p> <p>2. Михайлова, Т. В. Некоторые методы решения типовых задач по курсу уравнения математической физики: учебное пособие / Т. В. Михайлова, А. А. Хасанов. – Москва : МФТИ, 2020. – 184 с.</p>	
2.	<p>Из основного списка литературы перенести в дополнительный</p> <p>1. Колесникова, С. И. Методы решения основных задач уравнений математической физики / С. И. Колесникова. – М.: МФТИ, 2015. – 486 с.</p>	

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и медицинской физики (протокол № 1 от 30.08.2021 года).

Заведующий кафедрой  Н.А. Савастенко, к. физ.- мат. наук, доцент

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета мониторинга окружающей среды  В.В. Жилко, к.х.н., доцент