«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. декана инженерно-физического факультета

_____/Алиева М.Ф.

« 16 » марта 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.05.06 Интегральные уравнения и вариационное исчисление

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Направленность: Фундаментальная физика

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Майкоп, 2021

Факультет: Инженерно-физический

Кафедра: Теоретической физики

Составитель (разработчик) программы: к.ф.-м.н., доцент Шекоян Л.А.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры теоретической физики,

протокол № 8 от «16» марта 2021 г.

Заведующий кафедрой: д.ф.-м.н., доцент Тлячев В.Б.

Согласовано:
Председатель УМК факультета: ст. преподаватель Плисенко О.А.

Содержание

Пояснительная записка……...4

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)……4

2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы…….5

3. Содержание дисциплины……5

4. Самостоятельная работа обучающихся……...6

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины……6

6. Образовательные технологии……...…7

7. Методические рекомендации по дисциплине (модулю)……8

8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов……..10

9.Материально-техническоеобеспечение дисциплины……...11

10. Лист регистрации изменений……..…...12

Пояснительная записка

Рабочая программа дисциплины «Интегральные уравнения и вариационное исчисление» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, направленность (профиль) Фундаментальная физика.

Дисциплина «Интегральные уравнения и вариационное исчисление» относится к обязательной части Блока 1 дисциплин учебного плана и входит в раздел «Математика».

Для освоения дисциплины «Интегральные уравнения и вариационное исчисление» необходимы знания, умения и владения, сформированные в ходе изучения следующих дисциплин:

1. Основы математического анализа.
2. Аналитическая геометрия и линейная алгебра.
3. Элементарная математика.
4. Механика и СТО.

Трудоемкость дисциплины: 4з.е./ 144 ч.;
Контактная работа:
занятия лекционного типа – 32 ч.
занятия семинарского типа – 50 ч.
контроль самостоятельной работы – 2 ч.
иная контактная работа – 0,3 ч.
Самостоятельная работа – 59,7 ч.
контроль – 0 ч.

Ключевые слова: *линейные операторы, гильбертово пространство, уравнение Фредгольма, задача Штурма-Лиувилля, принцип сжатых отображений, уравнение Вольтера, функционал, вариация функционала, основная лемма вариационного исчисления, теорема о необходимом условии экстремума, условный экстремум.*

Составитель: Шекоян Л.А., к.ф.-м.н., доцент.

1. Цели и задачи дисциплины (модуля).

Целью дисциплины является освоение обучающимися основных понятий и идей теории интегральных уравнений; обобщение знаний, полученных при изучении математического анализа и линейной алгебры.

Задачи дисциплины: освоение классических и современных методов исследования в области интегральных уравнений и вариационного исчисления в целом.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1

Компетенция (код и наименование)	**Индикаторы достижения компетенций** (код и наименование)	**Результаты обучения**
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональ-	ОПК-1.1. Анализирует проблемы, процессы и явления в области физики, использует на практике базовые знания и методы физических исследований.	*знает* основные понятия функционального анализа, свойств интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерра 2-го рода, свойств задачи Штурма-Лиувилля; *умеет* решать интегральные уравнения и задачи вариационного исчисления; *владеет* навыками практических вычислений характеристик физических систем.
	ОПК-1.4. Использует математический аппарат для описа-	*знает* основные методы вариационного исчисления, метод регуляризации для ин-

ной деятельности	ния, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности.	тегрального уравнения Фредгольма 1-го рода; *умеет* применять знания свойств интегральных уравнений в других областях математики, таких как, например, дифференциальные уравнения, методы математической физики; *владеет навыками применения* основных методов исследования интегральных уравнений, вариационных задач, некорректно поставленных задач.

2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы.

Таблица 2. Объем дисциплины по видам учебной работы
(общая трудоемкость в зачетных единицах: 4 з.е., 144 часа)

Виды учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		IV
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа	84,3	84,3
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия (ПЗ)	50	50
Самостоятельная работа (СРС)	59,7	59,7
КСР	2	2
Вид итогового контроля		экзамен

3. Содержание дисциплины (модуля)

Таблица 3. Распределение часов по темам и видам учебной работы

Номер раздела	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Всего	Л	ПЗ	КСР	СРС
1	Классификация линейных интегральных уравнений.	10	2	2		6
2	Уравнения Фредгольма второго рода.	16	4	4		8
3	Линейные операторы.	16	4	6		6
4	Уравнения Вольтерра.	16	4	6		6
5	Задача Штурма-Лиувилля.	16	4	6		6
6	Понятие о корректно и некорректно поставленных задачах.	12	2	2	2	6
7	Элементы вариационного исчисления. Задачи с закрепленными границами.	22	4	12		6
8	Задачи с подвижными границами.	14	4	4		6
9	Задачи на условный экстремум.	22	4	8		9,7
Итого		144	32	50	2	59,7+0,3ИКР

4. Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№, п/п	Вид самостоятельной работы	Разделы рабочей программы	Форма отчетности
1	Внеаудиторная: - изучение теоретического материала по конспектам лекций; конспектирование вопросов, оговоренных на лекции, по учебной литературе; - выполнение домашних заданий и подготовка к семинарским занятиям; - подготовка рефератов для выступления	1-9	Конспект лекций, письменные ответы на вопросы Тексты заданий и ответов
	Индивидуальное домашнее задание. Изучить (повторить) линейные, евклидовы, унитарные пространства. Линейные операторы и их матрицы.	Линейные, евклидовы, унитарные пространства. Линейные операторы и их матрицы	Письменные ответы на вопросы.
	Реферат	Интегральные уравнения в механике.	Текст реферата и выступление
	Доклад	Задачи вариационного исчисления	Текст доклада и выступление

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).

Таблица 5.1. Основная литература

№ п/п	Наименование, библиографическое описание
1	Васильева А.Б., Тихонов Н.А. Интегральные уравнения. -СПб. -М. -Кр.: Лань, 2009.-160 с.
2	Эльсгольц Л.Э. Вариационное исчисление.-М.: URSS, 2014.-205 с.
3	Электронная библиотечная система (ЭБС): Васильева А. Б. Дифференциальные и интегральные уравнения. Вариационное исчисление в примерах и задачах [Электронный ресурс] / А.Б. Васильева, Г.Н. Медведев, Н.А. Тихонов. - М.: Физматлит, 2005. - 214 с. Режим доступа: http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68123.
4	Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление в примерах и задачах : учеб. пособие. - 3-е изд., испр. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010. - 432 с.
5	Электронная библиотечная система (ЭБС): Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению [Электронный ресурс] / М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 219 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222861

Таблица 5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование, библиографическое описание
1	Краснов М.Л. Интегральные уравнения: Задачи и примеры с подробными решениями: учеб. пособие для втузов. - 3-е изд., испр. - М. : Едиториал УРСС, 2003. - 192 с.
2	Краснов М.Л. Вариационное исчисление: Задачи и примеры с подробными решения-

	ми: Учеб. пособие для втузов. - 2-е изд., испр. - М. : Едиториал УРСС, 2002. - 176 с.

Таблица 5.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

№ п/п	Название (адрес) ресурса
1	http://kpfu.ru/docs/F993202360/IntEq_Publ.pdf Сайт Казанского госуниверситета: В. А. Попов. Сборник задач по интегральным уравнениям. Казань, 2006. 30 с.
2	http://window.edu.ru Сайт образовательных ресурсов
3	Волков В.Т., Ягола А.Г. «Интегральные уравнения. Вариационное исчисление (методы решения задач).» М.: КДУ, 2009., доступен по адресу http://yagola.professorjournal.ru/integral_equation

6. Образовательные технологии

Таблица 6. Образовательные технологии

№ п/п	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	Классификация линейных интегральных уравнений.	Лекции.	Технология личностно-ориентированного обучения. Интерактивный метод.
2	Уравнения Фредгольма второго рода.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная работа	Технология личностно-ориентированного обучения. Интерактивный метод. Консультирование и проверка ДЗ посредством электронной почты и СДО.
3	Линейные операторы.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная работа	Технология личностно-ориентированного обучения. Интерактивный метод. Консультирование и проверка ДЗ посредством электронной почты и СДО.
4	Уравнения Вольтерра.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная работа	Технология личностно-ориентированного обучения. Интерактивный метод. Консультирование и проверка ДЗ посредством электронной почты и СДО.
5	Задача Штурма-Лиувилля.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная работа	Технология личностно-ориентированного обучения. Интерактивный метод. Консультирование и проверка ДЗ посредством электронной почты и СДО.
6	Понятие о корректно и некорректно поставленных задачах.	Лекции.	Технология личностно-ориентированного обучения. Интерактивный метод.
7	Элементы вариационного исчисления. Задачи с	Лекции. Практические за-	Технология личностно-ориентированного обучения.

	закрепленными границами.	нятия. Самостоятельная работа	Интерактивный метод. Консультирование и проверка ДЗ посредством электронной почты и СДО.
8	Задачи с подвижными границами.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная работа	Технология личностно-ориентированного обучения. Интерактивный метод. Консультирование и проверка ДЗ посредством электронной почты и СДО.
9	Задачи на условный экстремум.	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная работа	Технология личностно-ориентированного обучения. Интерактивный метод. Консультирование и проверка ДЗ посредством электронной почты и СДО.

7. Методические рекомендации по дисциплине (модулю)

Методические рекомендации преподавателю

При подготовке лекционного материала преподаватель обязан руководствоваться рабочей программой для данного направления подготовки. При чтении лекций преподаватель имеет право самостоятельно выбирать формы и методы изложения материала, которые будут способствовать качественному его усвоению. При этом преподаватель в установленном порядке может использовать технические средства обучения, имеющиеся на кафедре и в университете.

Вместе с тем, всякий лекционный курс является в определенной мере авторским, представляет собой творческую переработку материала и неизбежно отражает личную точку зрения лектора на предмет и методы его преподавания. В этой связи представляется целесообразным привести некоторые общие методические рекомендации по построению лекционного курса и формам его преподавания.

1. Проведение занятий с аудиторией обучающихся является публичным видом деятельности, определяющим ряд специфических требований к преподавателю:

- Преподаватель должен иметь опрятный внешний вид;
- Преподаватель обязан владеть культурой речи;
- Поведение преподавателя при любых ситуациях должно быть корректным и достойным.

2. Внимательно ознакомиться с методическими рекомендациями, приведенными в учебной литературе по изучаемому материалу.
3. Тема лекции должна быть ясно и четко сформулирована.
4. Перед началом подробного изложения материала целесообразно кратко обозначить, о чем пойдет речь в целом.
5. План (конспект) лекции должен быть заранее тщательно продуман (проработан) с тем, чтобы изложение материала было системным и строгим.
6. Изложение должно вестись ясным и четким языком, фразы и предложения не должны быть перегружены причастными, деепричастными и другими оборотами, затрудняющими восприятие смысла.
7. Определения и формулировки должны соответствовать современным представлениям о предмете и не должны противоречить представленным определениям в рекомендуемой учебной литературе.
8. Изложение материала должно сопровождаться обратной связью со слушателями. Особо важные места следует выделить или повторить. Некоторые вопросы сопровождать задиктовыванием материала.
9. Рисунки, выполненные от руки мелом или маркером на доске, должны быть ясными и хорошо видимыми с дальних рядов аудитории.
10. По возможности следует сопровождать изложение фундаментального материала при-

мерами, имеющими прикладное значение.

11. Стараться избегать неоднозначной трактовки рассматриваемых величин: следить за тем, чтобы разные по смыслу величины обозначались по-разному.

12. При использовании технических средств обучения (видеопроекторов, средств мультимедиа и т.п.) давать возможность обучающимся делать необходимые записи и рисунки в конспектах или предусматривать возможность предоставления материала в электронном или другом виде.

13. В конце лекции кратко подвести итоги и выводы.

По учебному плану предусмотрено проведение лекционных и практических занятий. Лекции читаются с использованием наглядных пособий и электронных презентаций, с применением проблемного метода, стимулирующего познавательную активность. В начале каждого практического занятия преподаватель организует повторение изученного на лекции материала по контрольным вопросам к данному практическому занятию, вспоминает со студентами понятийный аппарат, основные формулы и законы по теме практического занятия. При возникновении затруднений у обучающихся при решении задач преподаватель подробно разбирает каждый шаг решения с обязательным вовлечением обучающихся в процесс обсуждения алгоритма решения задачи.

В условиях преобладающего теоретического обучения обязательным условием для формирования умений и навыков является усвоение теоретического материала, поэтому вопросы контроля должны проверять тот теоретический материал, содержание которого представлено в конспекте лекции и указанной литературе. Перечень рассматриваемых вопросов по теме преподаватель формирует во время чтения лекции.

По уровню сложности предусматриваются самые различные вопросы, предполагающие воспроизведение и закрепление теоретического материала, проверку его осмысления, вопросы на обобщение, анализ и синтез и др. Обязательно предусматриваются контрольные вопросы на проверку усвоения определений ключевых понятий, знание фактов, теорий, концепций, то есть всего того, что определяет основное содержание темы.

Вопросы и задания для контроля должны позволить обучающимся самостоятельно определить уровень усвоения учебного материала по теме, представленного в лекции, на практическом занятии и указанной учебной литературе.

Вопросы для самоконтроля могут быть заменены многоуровневыми заданиями.

Цель оценочных средств - определить уровень усвоения теоретического материала:

1 уровень – репродуктивный, предполагающий лишь воспроизведение материала и выполнение заданий по образцу;

2 уровень – репродуктивно-практический, предполагающий осмысление знаний и их использования на практике;

3 уровень – творческий, дающий возможность использовать знания не только в стандартных ситуациях и известных видах деятельности, но и в новых, ранее незнакомых.

Методические указания обучающимся по дисциплине

Профессиональная подготовка в современных вузах строится по принципу «от теории к практике», что создает базу для формирования умений и навыков на основе усвоения теоретического материала. Именно поэтому следует особое внимание уделять качеству усвоения теоретического материала.

Материал каждой лекции должен быть проработан: должны быть выделены определения, понятия, законы, теоремы и их доказательства. Должна быть усвоена логическая связь элементов изученного материала. Полезно делать опорный конспект каждой лекции.

При параллельной работе с учебной литературой необходимо конспектировать прорабатываемый материал с обязательным указанием источника информации (автор, название учебника, номер страницы). Все непонятные моменты следует обязательно разобрать с преподавателем на занятии или в рамках КСР.

8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

1. для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

2. для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

3. для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1. для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

2. для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

3. для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;

- в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебные пособия.
2. Мультимедийный проектор и слайды с презентациями лекций.
3. Персональный компьютер с программным обеспечением (операционной системой, пакетами Matlab и Maple) и доступом к сети Интернет.

10. Лист регистрации изменений

Номер изменения	Номера листов			Основание для внесения изменения	Подпись	Расшифровка подписи	Дата	Дата введения изменения
	заменных	новых	аннулированных					