

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ  
проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Операторный подход к аксиоматике физических систем

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Гумеров Р.Н. (Кафедра математического анализа, отделение математики), Renat.Gumerov@kpfu.ru ; Луговая Галина Дмитриевна

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2	Способен активно участвовать в исследовании новых математических моделей в естественных науках

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные понятия, используемые при описании физических систем (наблюдаемая, состояние) и математические объекты, ассоциируемые с этими понятиями, основные аксиомы, описывающие математические модели физических систем, описание конкретной квантовомеханической модели частицы спина 1 (ядра дейтерия) в рамках указанной аксиоматики,

Должен уметь:

знать основные аксиомы, описывающие математические модели физических систем

Должен владеть:

навыками выполнения контрольных заданий, что обеспечивает активное владение основными понятиями данной дисциплины.

Должен демонстрировать способность и готовность:

приобрести навыки выполнения контрольных заданий, что обеспечивает активное владение основными понятиями данной дисциплины.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.09.03 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.01 "Математика (Общий профиль)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 4 курсе в 8 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 40 часа(ов), в том числе лекции - 20 часа(ов), практические занятия - 20 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 32 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 8 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основные идеи классической и квантовой механики.	8	6	6	0	8
2.	Тема 2. Аксиоматика физической системы. Квантово-логический подход.	8	7	7	0	12
3.	Тема 3. Простейшие модели физической системы. Простейшая задача движения материальной точки в классической механике.	8	7	7	0	12
Итого	Уравнения движения в форме Ньютона и Гамильтона. Модель идеализированного броуновского движения. Мера Винера. Наблюдаемые. Фазовое пространство. Группа преобразований фазового пространства. Состояние.	30	20	20	0	32

Измерение наблюдаемой. Квантовая гипотеза Планка. Измерения в микромире. Проблема одновременной измеримости наблюдаемых. Соотношение неопределенности Гейзенберга. Дифракционная картина электронов. Подходы к аксиоматике квантовой механики.

#### Тема 2. Аксиоматика физической системы. Квантово-логический подход.

Тополого-алгебраический подход к аксиоматике.

Аксиомы I-IV: вероятностное распределение наблюдаемой в состоянии; разделение наблюдаемых множеством состояний, разделение состояний множеством наблюдаемых; функциональное исчисление наблюдаемых; смесь состояний. Вопросы (идемпотентные наблюдаемые) и их свойства. Структура порядка на множестве вопросов. Ортогональность вопросов.

Тема. Аксиома V.

Сумма ортогональных вопросов и её свойства. Аксиома V о существовании суммы вопросов.

Аксиомы I-V в контексте классической механики. Вопросные меры.

Тема. Аксиома VI.

Аксиома VI (о 1-1 соответствии между наблюдаемыми и вопросными мерами). Теорема Сикорского. Мера на вопросах. Ортомодулярные упорядоченные множества (квантовые логики)

#### Тема 3. Простейшие модели физических систем.

Простейшие модели физических систем, их особенности.

"Игрушечные" модели физических систем:

квантовая логика проекторов в гильбертовом пространстве

размерности три, логики множеств (случай конечного множества), основные свойства, аксиомы квантовой механики. Теорема Глисона, следствие.

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

кафедра математики физ. фак-та МГУ - [http://matematika.phys.msu.ru/stud\\_spec/127](http://matematika.phys.msu.ru/stud_spec/127)

учебные материалы мех-мата МГУ - <http://www.mexmat.net/materials/6/>

Функциональный анализ Викиконспекты -

<http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=%D0%A4%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B0>

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
  - критерии оценивания сформированности компетенций;
  - механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
  - описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
  - критерии оценивания для каждого оценочного средства;
  - содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.
- Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы.

Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

G.D. Lugovaya and A.N. Sherstnev, \textit{A characterization of orthogonal vector fields over  $W^*$ -algebras of type  $I_{2,}$ } - <http://arxiv.org/abs/1301.4768>

A. Dvurecenskij, Gleason's theorem and its applications, -

[http://books.google.ru/books/about/Gleason\\_s\\_Theorem\\_and\\_Its\\_Applications.html?id=ILl2NJsJvJEC&redir\\_esc=y](http://books.google.ru/books/about/Gleason_s_Theorem_and_Its_Applications.html?id=ILl2NJsJvJEC&redir_esc=y)

A.N. Sherstnev, O.E. Tikhonov, \textit{On characterization of integrable sesquilinear forms,} - <http://arxiv.org/abs/1101.0558>

От решеток к булевым алгебрам: Уч. пос. / Ф. Ф. Султанбеков-Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2012-74с. - [http://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F509579509/Lat\\_BA1.pdf](http://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F509579509/Lat_BA1.pdf)

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Для изучения материала рекомендуется повторить соответствующие разделы функционального анализа и механики. В ходе лекций вести подробное конспектирование учебного материала. Желательно задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения ключевых положений излагаемого материала. Оставить в лекционных тетрадях поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал лекций, а также подчеркивающие важность тех или иных теоретических положений и практических приложений. Перед каждой лекцией и после нее необходимо прорабатывать материал соответственно предыдущей и прошедшей лекции.
практические занятия	Повторить соответствующие разделы функционального анализа, классической механики. В ходе занятий регулярно вести конспектирование решений задач. Желательно участвовать в обсуждении всех решаемых задач. Обращать внимание на научные выводы и практические рекомендации, связанные с рассматриваемыми задачами.
самостоятельная работа	Перед каждым занятием и каждой лекцией необходимо решать задачи предыдущего занятия и прорабатывать материал предыдущей лекции. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. При подготовке к занятиям использовать литературу предложенную преподавателем и обращаться за методической помощью к нему.
экзамен	К экзамену повторить все определения и формулировки и доказательства всех теорем из курса. Желательно попытаться доказать теоремы без использования конспектов. Прорешать все задачи и примеры, разобранные на занятиях и в домашних заданиях. Рекомендуется прорешать дополнительные задачи аналогичного типа из рекомендованных задачников и учебников. Рекомендуется также посмотреть доказательства теорем в дополнительной литературе.

### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.01 "Математика" и профилю подготовки "Общий профиль".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.09.03 Операторный подход к аксиоматике  
физических систем

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Основная литература:**

1. Хелемский, А.Я. Лекции по функциональному анализу : учебник / А.Я. Хелемский. - 2-е изд. - Москва : МЦНМО, 2014. - 560 с. - ISBN 978-5-4439-2043-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/56415>

2. От решеток к булевым алгебрам: Уч. пос. / Ф.Ф. Султанбеков - Казань:

Казанский (Приволжский) федеральный

университет, 2012-74с.: [http://libweb.kpfu.ru/ebooks/05-IMM/05\\_33\\_2012\\_000032.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/05-IMM/05_33_2012_000032.pdf)

**Дополнительная литература:**

1. Функциональный анализ: Специальные курсы: учебное пособие / Г. Д. Луговая, А. Н. Шерстнев. - Москва: URSS: Издательство ЛКИ, 2008. - 256 с.

2. Шерстнев, А. Н. Методы билинейных форм в некоммукативной теории меры и интеграла / А. Н. Шерстнев. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 264 с. - ISBN 978-5-9221-0911-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59501>

3. Люстерник Л.А., Соболев В.И. Краткий курс функционального анализа: учебное пособие. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 272 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=245](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=245)



Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.09.03 Операторный подход к аксиоматике  
физических систем

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.