

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Актуализировано:  
на заседании кафедры  
протокол № 9 от 21.06.2017 г.

Зав. кафедрой  /Ишкин Х.К.

Согласовано:  
Председатель УМК  
факультета математики и  
информационных технологий

 /Ефимов А.М.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (РПД)

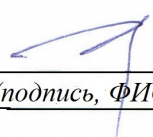
дисциплина Спектральная теория операторов квантовой механики

Цикл Б1.В.ДВ.4 Дисциплины (модули), дисциплина по выбору  
(Цикл дисциплины и его часть)

Направление подготовки  
01.03.01 «Математика»

Профиль подготовки  
«Вещественный, комплексный и функциональный анализ»

Квалификация  
Бакалавр

Разработчик (составитель) зав. кафедрой, д.ф.-м.н., доцент должность, уч. степень, уч. звание	 / Ишкин Х.К. (подпись, ФИО)
---	--

Для приема: 2016

Уфа — 2017


Составитель: зав. кафедрой матанализа, д.ф.-м.н. Ишкин Х.К.

Рабочая программа дисциплины актуализирована на заседании кафедры математического анализа протокол № 9 от «21» июня 2017 года

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры кафедры математического анализа:

- обновлен список литературы,
- обновлены фонды оценочных средств,
- обновлен необходимый комплект лицензионного программного обеспечения,
- обновлен перечень современных профессиональных баз данных (в том числе международных реферативных баз данных научных изданий) и информационных справочных систем, протокол № 7 от «25» июня 2018 года.

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_/ Ишкин Х.К.

# Содержание

<b>1</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Цели и место дисциплины в структуре ООП ВО</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Фонд оценочных средств</b>	<b>6</b>
4.1	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания . . . . .	6
4.2	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций . . . . .	9
	Рейтинг-план дисциплины . . . . .	9
	Экзамен . . . . .	10
	Контрольные работы . . . . .	11
<b>5</b>	<b>Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)</b>	<b>13</b>
5.1	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины . . . . .	13
5.2	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины . . . . .	14
	А. Ресурсы «Интернет» . . . . .	14
	В. Программное обеспечение, необходимое для освоения дисциплины	14
<b>6</b>	<b>Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине</b>	<b>15</b>
	<b>Приложение № 1: Содержание рабочей программы</b>	<b>17</b>
	<b>Приложение № 2: Рейтинг-план дисциплины</b>	<b>20</b>

# 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)

Процесс освоения дисциплины (модуля) направлен на формирование компетенции ПК-2: способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики.

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
1	2	3	4
Знания	Знать постановки классических задач математики, взаимосвязи предметов математического направления между собой	ПК-2: способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики	
Умения	Уметь выстраивать последовательность (алгоритм) обработки результатов исследований, применять известные методы решения задач, использовать приложения смежных областей математики для решения разнообразных естественнонаучных задач	ПК-2: способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики	
Владения (навыки/опыт деятельности)	Владеть навыками математически корректной постановки естественнонаучных задач, знанием постановок классических задач математики	ПК-2: способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики	

## 2 Цели и место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Спектральная теория операторов квантовой механики» относится к вариативной части. Дисциплина изучается на IV курсе в VII семестре.

Целями освоения дисциплины (модуля) «Спектральная теория операторов

квантовой механики» являются:

- формирование математической культуры студентов, организация работы научно-исследовательских групп;
- анализ и обобщение результатов научно-исследовательских работ в области спектральной теории операторов;
- овладение современным аппаратом спектральной теории операторов для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах общенаучного цикла.

Для успешного изучения дисциплины «Спектральная теория операторов квантовой механики» необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин: математический анализ, комплексный анализ, функциональный анализ, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики, алгебра, геометрия.

Знания по спектральной теории операторов является важной составляющей общей математической культуры выпускника. Эти знания необходимы для освоения дисциплин: «функциональный анализ», «уравнения в частных производных», «теория вероятностей», «математическая статистика».

### **3 Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

## 4 Фонд оценочных средств

### 4.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Процесс освоения дисциплины (модуля) направлен на формирование компетенции ПК–2: способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Первый этап (уровень)	Знать: постановки классических задач математики, взаимосвязи предметов математического направления между собой	Фрагментарные представления о некоторых классических задачах математики, взаимосвязи предметов математического направления между собой	Неполные представления о некоторых классических задачах математики, взаимосвязи предметов математического направления между собой	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о классических задачах математики, взаимосвязи предметов математического направления между собой	Сформированные систематические представления о постановке классических задач математики, взаимосвязи предметов математического направления между собой

Второй этап (уровень)	Уметь: выстраивать последовательность (алгоритм) обработки результатов исследований, применять известные методы решения задач, использовать приложения смежных областей математики для решения разнообразных естественнонаучных задач	Не умеет выстраивать последовательность (алгоритм) обработки результатов исследований, применять известные методы решения задач, использовать приложения смежных областей математики для решения разнообразных естественнонаучных задач	В целом умеет выстраивать последовательность (алгоритм) обработки результатов исследований, применять некоторые методы решения задач, но не умеет комбинировать приложения смежных областей математики для решения задач	В целом умеет выстраивать последовательность (алгоритм) обработки результатов исследований, применять методы решения задач, но не умеет комбинировать приложения смежных областей математики для решения задач	Умеет выстраивать последовательность (алгоритм) обработки результатов исследований, применять известные методы решения задач, свободно использует приложения смежных областей математики для решения разнообразных естественнонаучных задач
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками математически корректной постановки естественнонаучных задач, знанием постановок классических задач математики	Фрагментарное владение навыками математически корректной постановки естественнонаучных задач, знанием постановок классических задач математики	В целом успешное, но не систематическое владение навыками математически корректной постановки естественнонаучных задач, знанием постановок классических задач математики	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками математически корректной постановки естественнонаучных задач, знанием постановок классических задач математики	Успешное и систематическое владение навыками математически корректной постановки естественнонаучных задач, знанием постановок классических задач математики

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль

– максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

Экзамены:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- хорошо – от 60 до 79 баллов,
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов,
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Зачеты:

- зачтено – от 60 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- не зачтено – от 0 до 59 баллов.



**4.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап  Знания	1. Знание постановок классических задач математики, взаимосвязи предметов математического направления между собой	ПК-2	КР № 1
2-й этап  Умения	1. Умение выстраивать последовательность (алгоритм) обработки результатов исследований, применять известные методы решения задач, использовать приложения смежных областей математики для решения разнообразных естественнонаучных задач	ПК-2	КР № 2
3-й этап  Владеть навыками	1. Владение способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знанием постановок классических задач математики.	ПК-2	КР № 3

**Рейтинг-план дисциплины**

Рейтинг-план дисциплины — в Приложении № 2

## Экзамен

### А. Вопросы к экзаменам

1. Свободный гамильтониан. Спектральные проекторы. Свободный пропагатор.
2. Теорема Като–Реллиха. Оператор Шредингера.
3. КЛМН-теорема.
4. Принцип неопределенности.
5. Гамильтонианы атомов. Двухчастичный гамильтониан (водородоподобный атом).
6. Положительная квадратичная форма и ассоциированный с ней оператор.
7. Гармонический осциллятор.
8. Ангармонический осциллятор.
9. Расширение по Фридрихсу. Операторы Шредингера с магнитным потенциалом.
10. Гамильтониан Дирака.
11. Лапласиан в ограниченной области.
12. Лапласиан в круге и в квадрате.
13. Спектр гамильтонианов. Существенный спектр. Абсолютно непрерывный спектр.

### В. Образец экзаменационного билета

Структура экзаменационного билета: билет состоит из 1 вопроса.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА  
Экзаменационный билет № 1  
по курсу «Спектральная теория операторов квантовой механики»**

1. КЛМН-теорема.

Зав. кафедрой Ишкин Х.К. / \_\_\_\_\_ /

### С. Критерии оценки

- 25-30 баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;
- 17-24 баллов выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;
- 10-16 баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;
- 1-10 баллов выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

## Контрольные работы

Для рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов предусмотрено проведение 3 контрольных работ, которые охватывают весь пройденный материал на лекциях и семинарских занятиях.

### А. Вариант контрольной работы

1. Доказать, что оператор  $id/dx$  на  $C_0^\infty(0, \infty)$  имеет индексы дефекта  $n_+ = 0, n_- = 1$ . Доказать, что оператор  $id/dx$  на  $C_0^\infty(-\infty, 0)$  имеет индексы дефекта  $n_+ = 1, n_- = 0$ .
2. Доказать, что  $A = -d^2/dx^2 + V$  как форма ограничен снизу на  $C_0^\infty(0, \infty)$ , если  $V(x) \geq -1/4x^2$ , и не ограничен снизу, если  $V(x) \leq c/x^2$ , где  $c < -1/4$ .

### В. Критерий оценивания

За 1 задачу ставится:

- 5 баллов, если задача решена полностью, в логических рассуждениях и обосновании решения нет пробелов и ошибок,
- 4 балла, если задача решена, но в обосновании шагов решения имеются пробелы, есть недочеты в выкладках, рисунках, чертежах или графиках,
- 3 балла, если приведены обязательные для решения данной задачи формулы, но допущены ошибки в их применении,

- 2 балла, если приведены некоторые формулы, которые могут (или не могут) быть использованы при решении данной задачи,
- 1 балл, если допущены существенные ошибки, показывающие отсутствие обязательных умений и навыков по данной теме,
- 0 баллов в случае вопиющего незнания изученного материала, отсутствия элементарных умений и навыков.

Посещение лекционных и практических (семинарских, лабораторных) занятий оценивается в суммах до 6 и 10 баллов со ответственно, однако эти баллы являются штрафными и вычитаются преподавателем из набранных студентами баллов в ходе текущего и рубежного контроля по следующей схеме:

- за пропуски лекционных занятий
  - за 25 % пропусков вычитается 1 балл
  - за 50 % пропусков вычитается 4 балла
  - за 75 % пропусков вычитается 6 баллов
  - за 100 % пропусков – студент не допускается до итоговых испытаний
- за пропуски практических (семинарских, лабораторных) занятий
  - за 20 % пропусков вычитается 2 балла
  - за 40 % пропусков вычитается 5 баллов
  - за 50 % пропусков вычитается 7 баллов
  - за 75 % пропусков вычитается 10 баллов
  - более 75 % пропусков – студент не допускается до итоговых испытаний.

Устанавливается следующая градация перевода оценки из 100-балльной в четырехбалльную:

Экзамены:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- хорошо – от 60 до 79 баллов,
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов,
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Зачеты:

- зачтено – от 60 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- не зачтено – от 0 до 59 баллов.

Студент, набравший по итогам текущего и рубежного контроля менее 35 возможных баллов или пропустивший более 75 % практических (семинарских, лабораторных) занятий, до экзамена по данной дисциплине не допускается. В этом случае он изучает не освоенные им темы, выполняет соответствующие задания на платной основе в сроки, установленные деканатом для ликвидации задолженностей. Баллы, полученные таким образом, прибавляются к количеству баллов, набранных студентом в семестре.

## 5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 5.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### Основная литература

- [1] Като, Т. Теория возмущений линейных операторов / Т. Като ; под ред. В.П. Маслова ; пер. с англ. А. Воропаевой, А.М. Стёпина, И.А. Шишмарёва. - Москва : Мир, 1972. - 739 с. ; То же [Электронный ресурс]. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456620>
- [2] Наймарк, М.А. Линейные дифференциальные операторы / М.А. Наймарк ; ред. В.Э. Лянце, И.М. Овчинниковой. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Наука, 1969. - 527 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456626>

#### Дополнительная литература

- [1d] Ахиезер, Н.И. Теория линейных операторов в гильбертовом пространстве / Н.И. Ахиезер, И.М. Глазман ; ред. Рофе-Бекетов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Наука, 1966. - 544 с. ; То же [Электронный ресурс]. — <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456612>
- [1] Марченко, В.А. Спектральная теория операторов Штурма-Лиувилля и их приложения / В.А. Марченко ; Академия наук Украинской ССР, Физико-технический институт низких температур. - Киев : Наукова думка, 1977. - 330 с. ; То же [Электронный ресурс]. — <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456625>

## 5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

### А. Ресурсы «Интернет»

1	Электронно-библиотечная система «ЭБ БашГУ»	Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	<a href="https://elib.bashedu.ru/">https://elib.bashedu.ru/</a>
2	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>
3	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>

### В. Программное обеспечение, необходимое для освоения дисциплины

1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.
2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.

## 6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Оборудование	Программное обеспечение
1	2	3	4
Аудитория 501	Лекции, практические (семинарские) занятия	Учебная мебель, доска настенная меловая, персональный комп. и системный блок /Corei5-4460(3.2)/CIGABAYTEGV-N710D3-1GL/4Gb, Презентер LogitechWirelessPresenterR400 (210134000003592), проектор SonyVPL-DX270, экран ручной ViewScreenLotus 244x183 WLO-4304	1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.
Аудитория 503	Лекции, практические (семинарские) занятия	Учебная мебель, доска настенная меловая	

1	2	3	4
Аудитории 517	Лекции, практические (семинарские) занятия	Учебная мебель, доска настенная меловая, коммутатор HP V1905-24 Switch 24*10/100+2*10/100/1000, персональный компьютер в комплекте HP AiO 20" CQ 100 eu – 27 шт., экран ScreeMediaGolgview 274*206 NW 4:3, универсальное потолочное крепление ScreeMedia для проектора, регулировка высоты, шкаф TLKTWP-065442-G-GY, патч-корд (1296), доска аудитор. ДА32	1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.
Аудитории 531	Лекции, лабораторное, практическое занятия, тестирование	Учебная мебель, доска настенная меловая, мультимедиа-проектор Sony VPL-EX120, XGA, 2600 ANSI, 3,2 кг, потолочное крепление для проектора (2101068302), доска аудитор. ДА32	1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.
читальный зал №2 (физико-математический корпус)	Самостоятельная работа, выполнение курсовой работы	Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 8 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.	1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Спектральная теория операторов квантовой механики на VII семестр  
очная  
форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	6 /216
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	39.2
лекций	18
практических / семинарских	18
лабораторных	0
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	3.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	151
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	25.8

Форма(ы) контроля:  
экзамен VII семестр

В том числе: курсовая работа — VII семестр, контактных часов — 2, часов на самостоятельную работу — 10.

№№	Тема и содержание	Форма изучения материалов			Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам	Задания для самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)	
		Лк	ПЗ/Сем	ПР				СР
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Свободный гамильтониан. Спектральные проекторы. Свободный пропагатор.	3	0	3	25	[1, 1d]	[1]: Гл. 3, №1,2,6, 15-19	к/р, экз
2	Теорема Като–Реллиха. Операторы Шредингера.	3	0	3	25	[1, 1]	[1]: Гл. 2, №15-22 [1d]: §1.6, №1-6	То же
3	Гамильтонианы атомов. Двухчастичный гамильтониан (водородоподобный атом).	3	0	3	25	[1, 1]	[1]: Гл. 2, №24-27 [1d]: §1.9, №1-5	То же
4	Гармонический осциллятор. Ангармонический осциллятор.	3	0	3	25	[1, 2]	[1]: Гл. 6, №6-10 [1d]: §7.2, №1,2	То же

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Расширение по Фридрихсу. Операторы Шредингера с магнитным потенциалом.	3	0	3	20	[1,1,2]	[1]:Гл. 8, №2-5 [1d]: §7.6, №1,2	То же
6	Спектр гамильтонианов. Существенный спектр. Абсолютно непрерывный спектр.	3	0	3	21	[1,2]	[1]:Гл. 10, №1 [1d]: §7.5, №1,2	То же
	Курсовая работа				10	[1,1,2]	Оформленная надлежащим образом учебная работа с элементами самостоятельного исследования материала по предложенной теме.	
	Всего часов	18	0	18	151			

**Рейтинг-план дисциплины**

направление подготовки «01.03.01 Математика»

IV курс, II семестр

**Рейтинг-план дисциплины**

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Минимальный балл	Максимальный балл
1	2	3	4	5
<b>Модуль 1. Самосопряженность</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
1. Аудиторная работа			0	10
2. Домашняя работа			0	10
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>15</b>
Письменная контрольная работа			0	15
<b>Модуль 2. Возмущение спектра</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
1. Аудиторная работа			0	10
2. Домашняя работа			0	10
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>15</b>
Контрольная работа			0	15
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Студенческая олимпиада или конкурс рефератов				
2. Публикация статей				
3. Работа со школьниками (кружок, конкурсы, олимпиады)				
<b>Посещаемость</b>				
1. Посещение лекционных занятий			-6	0
2. Посещение семинарских занятий			-10	0
<b>Итоговый контроль</b>			<b>0</b>	<b>30</b>
1. Экзамен			0	30