



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

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол от 23.06.2017 №9  
Зав. кафедрой  / М.Г. Юмагулов

Согласовано:  
Председатель УМК факультета  
 / А.М. Ефимов

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

*Теория возмущений линейных операторов*


*Вариативная часть*

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)  
*01.03.01 «Математика»*

Направленность (профиль) подготовки  
*«Дифференциальные уравнения, динамические системы, оптимальное управление»*

Квалификация  
Бакалавр

Разработчик (составитель) доцент, к.ф.-м.н., доцент	 / Сагитова А.Р.
--	--

Для приема 2017 г.

Уфа 2017 г.

Составитель / составители: доцент, к.ф.-м.н., доцент, Сагитова А.Р.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры дифференциальных уравнений, протокол от 23.06.2017 №9

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры дифференциальных уравнений:

- обновлен список литературы,
  - обновлен фонд 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 40

Заведующий кафедрой

 / М.Г. Юмагулов /

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	
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	5
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	7
4.3. Рейтинг-план дисциплины	7
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	11
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	11
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	12

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

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	<u>Знать:</u> - постановки классических задач математики; - взаимосвязи предметов математического направления между собой	ПК-2: способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики.	
Умения	<u>Уметь:</u> - корректно ставить задачи механики, математической физики, - применять методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач.	ПК-2: способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики.	
Владения (навыки / опыт деятельности)	<u>Владеть:</u> - способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи; - способностью оценивать корректность поставленных задач математики.	ПК-2: способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики.	

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория возмущений линейных операторов» относится к части *Дисциплины по выбору*. Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Математический анализ», «Алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Уравнения в частных производных», «Аналитическая геометрия». Изучение дисциплины «Теория возмущений линейных операторов» содействует формированию глубокого понимания теории дифференциальных уравнений, теории динамических систем и их приложений.

### 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 по дисциплине

#### 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

Код и формулировка компетенции

ПК-2: способностью 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			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	<b>Знать:</b> -постановки классических задач механики, математической физики; -постановки классических задач спектральной теории дифференциальных операторов;	Отсутствие знаний	Частичные знания содержания материала по предмету, основных методов решения задач, основных теорем преподаваемой дисциплины	Полные и четкие, но отдельные пробелы знания содержания материала по предмету, основных методов решения задач, основных теорем преподаваемой дисциплины	Полные и четкие знания содержания материала по предмету, основных методов решения задач, основных теорем преподаваемой дисциплины
Второй этап (уровень)	<b>Уметь:</b> -корректно ставить задачи механики, математической физики -применять известные методы	Отсутствие умений	Фрагментарные умения решать задачи по преподаваемой дисциплине, определять корректность	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения решать задачи по преподаваемой	Сформированное умение решать задачи по преподаваемой дисциплине,

	решения задач механики, математической физики; - применять известные методы решения задач спектральной теории дифференциальных операторов		поставленной задачи, применять на практике знания по предмету	дисциплине, определять корректность поставленной задачи, применять на практике знания по предмету	определять корректность поставленной задачи, применять на практике знания по предмету
Третий этап (уровень)	<b>Владеть:</b> -способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи и владеть способностью оценивать корректность поставленных задач математики.	Отсутствие владений	В целом успешные, но не систематические владения способностью корректно поставить задачу, классическими современными и методами дисциплины, понятийным аппаратом предмета	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы владения способностью корректно поставить задачу, классическими современными методами дисциплины, понятийным аппаратом предмета	Успешные владения способностью корректно поставить задачу, классическими современными методами дисциплины, понятийным аппаратом предмета

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:

(*для экзамена*:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

*для зачета*:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых 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	<b>Знать:</b> -постановки классических задач механики, математической физики; -постановки классических задач спектральной теории дифференциальных операторов;	ПК-2: способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики.	Контрольная работа, доклад на семинаре
2-й этап Умения	<b>Уметь:</b> -корректно ставить задачи механики, математической физики -применять известные методы решения задач механики, математической физики; - применять известные методы решения задач спектральной теории дифференциальных операторов	ПК-2: способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики.	Контрольная работа, доклад на семинаре
3-й этап Владеть навыками	<b>Владеть:</b> -способностью математически корректно ставить естественнонаучные задач и владеть способностью оценивать корректность поставленных задач математики.	ПК-2: способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики.	Контрольная работа, доклад на семинаре

**4.3. Рейтинг-план дисциплины**

Рейтинг–план дисциплины представлен в *Приложении № 2*.

**Экзаменационные билеты**

Примерные вопросы для экзамена:

1. Линейные пространства и операторы. Спектр и резольвента линейного ограниченного оператора.

2. Собственные значения и собственные векторы. Присоединенные векторы. Порядок и кратность собственных значений.
3. Спектральные свойства вполне непрерывных операторов. Теория Рисса-Шаудера.
4. Спектральные свойства самосопряженных операторов в гильбертовых пространствах.
5. Теорема Гершгорина. Круги Гершгорина.
6. Элементы теории возмущений линейных операторов в конечномерных пространствах. Аналитические возмущения.
7. Возмущение простого собственного значения. Приближенные формулы для собственных значений и векторов.
8. Возмущение кратного собственного значения. Приближенные формулы для собственных значений и векторов.
9. Возмущение собственных проекторов.
10. Элементы теории возмущений линейных ограниченных операторов в гильбертовых пространствах. Аналитические возмущения.
11. Элементы теории возмущений операторов гамильтоновой механики.
12. Приложения теории возмущений в задачах нелинейной динамики.

#### Образец экзаменационного билета:

##### Билет №1

1. Возмущение кратного собственного значения. Приближенные формулы для собственных значений и векторов. (20 баллов).
2. Спектральные свойства самосопряженных операторов в гильбертовых пространствах. (10 баллов).

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- 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.

#### Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:

##### Критерии оценки (в баллах):

- 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.

### **Примерный список тем на семинары**

1. Спектральные свойства вполне непрерывных операторов. Теория Рисса-Шаудера.
2. Спектральные свойства самосопряженных операторов в гильбертовых пространствах.
3. Элементы теории возмущений линейных ограниченных операторов в банаховых пространствах.
4. Линейные дифференциальные выражения. Краевые условия. Собственные значения и собственные функции дифференциального оператора. Присоединенные функции. Спектр линейного дифференциального оператора.
5. Разложение по собственным функциям дифференциального оператора.
6. Возмущение симметрических дифференциальных операторов.
7. Задачи теории возмущений для дифференциальных операторов.

### **Критерии оценки (в баллах):**

- 14 баллов выставляется студенту за полный и развернутый доклад на семинаре на заданную тему и при верно данных ответах на дополнительные вопросы.

- 5-9 баллов выставляется студенту в случае, если студент сделал полный и развернутый доклад на семинаре на заданную тему и не ответил на 1-2 дополнительных вопроса, либо сделал неполный и/или нечеткий доклад, но при этом ответил на все дополнительные вопросы.

- 1-4 балла выставляется студенту в случае, если студент сделал неполный доклад на семинаре на заданную тему и не ответил ни на один дополнительный вопрос.

- 0 баллов выставляется студенту, если им не был сделан доклад на заданную тему.

### **Задания для контрольной работы**

#### **Описание контрольной работы:**

В семестре студенту представляется контрольная работа. Контрольная работа состоит из двух объемных заданий. Задача считается правильно решенной, если

студентом приведено подробное и полное ее решение. В случае, если студент не справляется с более 50% заданий по обоим заданиям, он не допускается к сдаче экзамена. У каждого студента есть возможность пересдать контрольную работу.

### Пример варианта контрольной работы:

#### Контрольная работа №1.

1. Найти круги Гершгорина для данной матрицы и для ее транспонированной

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & i \\ 1 & 6 & 1 & 1 \\ i/2 & i & 5 & 0 \\ 0 & 1/2 & 1/2 & -2 \end{pmatrix}$$

2. Используя формулы теории возмущений для простых собственных значений найти с точностью до  $\varepsilon^2$  собственные значения вычисленной в точке  $x=0$  матрицы Якоби правой части системы дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} x_1' = \varepsilon x_1 - x_2 + x_1 x_3 \\ x_2' = x_1 + \varepsilon x_2 + x_2 x_3 \\ x_3' = -0,5(\varepsilon + 1)x_3 - (x_1^2 + x_2^2 + x_3^2) \end{cases}$$

#### Описание методики оценивания:

##### **Критерии оценки (в баллах)**

16 баллов выставляется студенту, если обе задачи решены полностью и верно;

9 баллов выставляется студенту, если 1 задача решена верно, а другая наполовину;

6 баллов выставляется студенту, если 1 задача решена верно, а при решении другой имеются элементы правильного решения ;

3 балла выставляется студенту, если 1 задача решена наполовину, а при решении другой имеются элементы правильного решения .

#### Примерные вопросы для семинара:

1. Линейные пространства и операторы. Спектр и резольвента линейного ограниченного оператора.
2. Собственные значения и собственные векторы. Присоединенные векторы. Порядок и кратность собственных значений.
3. Спектральные свойства вполне непрерывных операторов. Теория Рисса-Шаудера.
4. Спектральные свойства самосопряженных операторов в гильбертовых пространствах.
5. Теорема Гершгорина. Круги Гершгорина.

6. Элементы теории возмущений линейных операторов в конечномерных пространствах. Аналитические возмущения.
7. Возмущение простого собственного значения. Приближенные формулы для собственных значений и векторов.
8. Возмущение кратного собственного значения. Приближенные формулы для собственных значений и векторов.
9. Возмущение собственных проекторов.
10. Элементы теории возмущений линейных ограниченных операторов в гильбертовых пространствах. Аналитические возмущения.
11. Элементы теории возмущений операторов гамильтоновой механики.
12. Приложения теории возмущений в задачах нелинейной динамики.

**Критерии оценки (в баллах)**

5 баллов за полноценный вопрос на семинаре;

3 за частичный ответ или за дополнение к ответу другого студента;

0 за отсутствие ответа по существу.

**5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

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

**Основная литература:**

1. Спектральные методы анализа. Практическое руководство [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Васильева [и др.] ; под ред. В.Ф. Селеменева, В.Н. Семенова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/50168>.
2. Сборник задач по аналитической геометрии и линейной алгебре [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.А. Беклемишева [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 496 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/109625>.
3. Майлыбаев, А.А. Многопараметрические задачи устойчивости [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Майлыбаев, А.П. Сейранян. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2010. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59583>

**Дополнительная литература:**

1. Демидович, Б.П. Лекции по математической теории устойчивости [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.П. Демидович. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/123>.

2. Жибер, А. В. Дифференциальные уравнения математической физики и методы их решения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. В. Жибер, Г. З. Мухаметова, Н. А. Сидельникова; БашГУ. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2010. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. — <URL:<https://elib.bashedu.ru/dl/read/ZhiberDifUravnMetemFiziki.pdf>>.
3. Сборник задач по уравнениям математической физики : учебное пособие / В.С. Владимиров, А.А. Вашарин, Х.Х. Каримова и др. - 3-е изд., исправл. - Москва : Физматлит, 2001. - 287 с. - ISBN 5-9221-0072-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68127>
4. Васильева, Е.В. Периодические системы дифференциальных уравнений с бесконечным множеством устойчивых периодических решений [Электронный ресурс] : монография / Е.В. Васильева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 130 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65058>.

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

1. «Электронный читальный зал» (<http://www.bashlib.ru/echitzal/>).
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (<http://www.biblioclub.ru/>).
3. Издательство «Лань» (<http://e.lanbook.com/>).
4. [www.gpntb.ru/](http://www.gpntb.ru/)— Государственная публичная научно-техническая библиотека.
5. [www.nlr.ru/](http://www.nlr.ru/) — Российская национальная библиотека.
6. [www.nns.ru/](http://www.nns.ru/) — Национальная электронная библиотека.
7. [www.rsl.ru/](http://www.rsl.ru/)— Российская государственная библиотека.

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 502 (физико-математический корпус - учебное), аудитория № 531 (физико-математический корпус - учебное)	Лекции	Аудитория №502 Учебная мебель, доска настенная меловая  Аудитория №531 Учебная мебель, доска настенная меловая, мультимедиа-проектор Sony VPL-EX120, XGA, 2600 ANSI, 3,2 кг, потолочное крепление для проектора ,доска аудитор. ДА32.

<p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> № 524 (физико-математический корпус - учебное), № 530 (физико-математический корпус - учебное)</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> № 530 (физико-математический корпус - учебное)</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 502 (физико-математический корпус - учебное), аудитория № 524 (физико-математический корпус - учебное), аудитория № 530 (физико-математический корпус - учебное), аудитория № 531 (физико-математический корпус - учебное)</p>	<p>Практические занятия</p>	<p><b>Аудитория № 524</b> 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.</p> <p><b>Аудитория №530</b> Учебная мебель, доска настенная меловая</p> <p><b>Аудитория №502</b> Учебная мебель, доска настенная меловая</p> <p><b>Аудитория №531</b> Учебная мебель, доска настенная меловая, мультимедиа-проектор Sony VPL-EX120, XGA, 2600 ANSI, 3,2 кг, потолочное крепление для проектора, доска аудитор. ДА32.</p> <p>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.</p>
<p><b>5. помещения для самостоятельной работы:</b> аудитория № 426 (физико-математический корпус - учебное), читальный зал №2 (физико-математический корпус - учебное)</p>	<p>Самостоятельная работа</p>	<p><b>Аудитория №426</b> Учебная мебель, доска, персональные компьютеры LenovoThinkCentreA70zIntelPentiumE 5800, 320 Gb, 19" – 13 шт., шкаф TLKTWP-065442-G-GY</p> <p><b>Читальный зал №2</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 8 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p>

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины

Теория возмущений линейных операторов

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
Лекций	18
практических/ семинарских	
лабораторных	18
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС) включая подготовку к экзамену/зачету	106,8

**Формы контроля:**

экзамен 8 семестр

№ п.п.	Тема и содержание	Форма изучения материалов:				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов (СРС)	Форма текущего контроля успеваемости
		лекции, занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)	ЛК	ПР/СЕМ	ЛР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Модуль 1.</b>								
1	Линейные пространства и операторы. Спектр и резольвента линейного ограниченного оператора. Собственные значения и собственные векторы. Присоединенные векторы. Порядок и кратность собственных значений.	6	6		20	[1]- [5]	[1]- [3]	Контрольная работа, доклад на семинаре.
2	Спектральные свойства вполне непрерывных операторов. Теория Рисса-Шаудера. Спектральные свойства самосопряженных операторов в гильбертовых пространствах.	6	6		20	[1]- [5]	[1]- [3]	Контрольная работа, доклад на семинаре.
3	Теорема Гершгорина. Круги Гершгорина. Элементы теории возмущений линейных операторов в конечномерных пространствах. Аналитические возмущения. Возмущение простого собственного значения. Приближенные формулы для собственных значений и векторов.	6	6		8	[1]- [5]	[1]- [3]	Доклад на семинаре.

	Возмущение кратного собственного значения. Приближенные формулы для собственных значений и векторов.							
4	Возмущение собственных проекторов. Элементы теории возмущений линейных ограниченных операторов в гильбертовых пространствах. Аналитические возмущения.	8	8		22,8	[1]- [5]	[1]- [3]	Контрольная работа, доклад на семинаре.
5	Элементы теории возмущений операторов гамильтоновой механики. Приложения теории возмущений в задачах нелинейной динамики.	8	8		22	[1]- [5]	[1]- [3]	Контрольная работа, доклад на семинаре.
	<b>Всего часов:</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>106,8</b>			

**Примечание 1.** Часы на самостоятельную работу включают время на подготовку к экзамену (контроль).

**Примечание 2.** В таблицу не включено 1.2 часа ФКР (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности во время семестра, подразумевающие контактную работу обучающихся с преподавателем).



## Рейтинг – план дисциплины

## Теория возмущения линейных операторов и ее приложения в математической физике

Направление подготовки [01.03.01] Математика

Направленность (профиль) программы - "Дифференциальные уравнения, динамические системы, оптимальное управление "

курс 4, семестр 7

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1.</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
1. Опросы на семинаре.	<b>0-4</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>20</b>
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>16</b>
Контрольная работа 1	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>16</b>
<b>Модуль 2.</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
1. Опросы на семинаре.	<b>0-5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>20</b>
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>14</b>
Выступление на семинаре			<b>0</b>	<b>14</b>
<b>Поощрительные баллы</b>				
2. Волонтерская работа при проведении олимпиад и конференций			<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
Экзамен			<b>0</b>	<b>30</b>
<b>Итого</b>			<b>35</b>	<b>100</b>