

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и ИКТ

С.А. Матвеев

2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методы качественной теории обыкновенных дифференциальных уравнений
(наименование дисциплины)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ:

09.06.01 Информатика и вычислительная техника

(указывается код и наименование направления подготовки)

НАПРАВЛЕННОСТЬ ПОДГОТОВКИ:

05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации

(указывается наименование направленности)

КВАЛИФИКАЦИЯ: **Исследователь. Преподаватель-исследователь**

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: **очная**

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ:

зачет

(Зачет / Дифференцированный зачет / Экзамен)

Санкт-Петербург – 2018

1 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю),

Цель занятий развить у аспирантов целостное понимание связи методов и моделей теории дифференциальных уравнений с задачами механики и теории управления.

Задачи занятий с аспирантами изучить классические задачи теории устойчивости и их приложения в конкретных задачах теоретической механики и теории управления.

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих универсальных и общих для направления компетенций:

1. способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих **профессиональных** компетенций:

1. способностью выполнять теоретические и прикладные исследования процессов создания, накопления и обработки информации, включая анализ и создание моделей данных и знаний, языков их описания и манипулирования, разработку новых математических методов и средств поддержки интеллектуальной обработки данных (ПК-1);
2. способностью к постановке и формализации задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации в приложении к различным предметным областям (ПК-3);

В результате освоения дисциплины (модуля) студенты будут *знать*:

1. основные положения теории устойчивости;
2. основные методы решения задач теории устойчивости;

Уметь:

1. правильно определять модель применяемой классической задачи в зависимости от формулировки исходной задачи;
2. критически анализировать параметры построенных моделей и их результаты.

Владеть:

1. анализом задач, относящихся к сфере теории устойчивости;
2. анализом возможных вариантов решений.

Приобретут опыт деятельности:

1. постановки задачи и построения математической модели для реальных условий, используя методы и модели теории устойчивости;
2. представления результатов своих исследований в виде полной математической модели.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры

Дисциплина относится к вариативным дисциплинам программы аспирантуры.

Трудоёмкость освоения дисциплины составляет 2 зачетные единицы (з.е.) или 72 академических часа (час), в том числе 36 часов аудиторных занятий и 36 часов самостоятельной работы

Дисциплина предназначена для формирования навыков построения математических моделей, базирующихся на методах теории устойчивости. Она носит практико-ориентированный характер.

Изучение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, приобретенные при освоении предшествующих образовательных программ, прежде всего, по следующим разделам Высшей математики: Интегральное исчисление, Дифференциальные уравнения, теория функций нескольких переменных, а также Теории автоматического управления.

Результаты изучения дисциплины будут использованы при изучении дисциплин Прикладные задачи оптимального управления, Системный анализ, управление и обработка информации, выполнении НИР и сдаче кандидатского экзамена.

3. Виды учебной работы и тематическое содержание дисциплины (модуля)

3.1 Виды учебной работы

Таблица 1

| Вид учебной работы | Трудоемкость, акад. час |
|---|-------------------------|
| Аудиторные занятия, в том числе: | 36 |
| Лекционные занятия (ЛЗ) | |
| Научно-практические занятия (НПЗ) | 36 |
| Семинары (С) | |
| Исследовательские лабораторные работы (ИЛР) | |
| Индивидуальные консультации (К) | |
| Самостоятельная работа (СР), в том числе: | 36 |
| Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ (РИР) | |
| Выполнение отдельных исследовательских заданий (ИЗ) | 36 |
| Подготовка рефератов (Р) | |
| Всего: | 72 |

3.2. Содержание дисциплины (модуля) по разделам и видам учебной работы

Таблица 2

| Таблица | | | | | | | | | |
|---------|--|---|----------------------|-----|-----|---|---|----|------------------------------|
| № п/п | Раздел дисциплины (модуля) | Трудоемкость по видам учебной работы (час.) | | | | | | | Формы самостоятельной работы |
| | | всего | очная форма обучения | | | | | | |
| | | | ЛЗ | НПЗ | ИЛР | С | К | СР | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Матричные степенные ряды | 4 | - | 2 | - | - | - | 2 | ИЗ |
| 2 | Система обыкновенных дифференциальных уравнений | 8 | - | 4 | - | - | - | 4 | ИЗ |
| 3 | Устойчивость линейной дифференциальной системы с постоянной матрицей | 26 | - | 14 | - | - | - | 12 | ИЗ |
| 4 | Основные понятия теории устойчивости по Ляпунову | 24 | - | 12 | - | - | - | 12 | ИЗ |
| 5 | Теорема Четаева | 10 | - | 4 | - | - | - | 6 | ИЗ |
| | Итого: | 72 | - | 36 | - | - | - | 36 | |

Примечание: ЛЗ – лекционное занятие, НПЗ – научно-практические занятия, ИЛР – исследовательские лабораторные занятия работа, С – семинары, К – индивидуальные консультации; СР – самостоятельная работа обучающихся;

3.3 Тематика аудиторных занятий

Тематика лекционных занятий
Лекционные занятия не предусмотрены.

Тематика исследовательско–практических (или семинарских) занятий

Таблица 3

| № раз-дела | № занятия | Наименование | Кол-во часов | Литература |
|------------|-----------|---|--------------|---------------|
| 1 | 1 | Матричные степенные ряды. | 2 | |
| 2 | 2 | Система обыкновенных дифференциальных уравнений | 4 | [2] |
| 3 | 3 | Основные понятия теории устойчивости по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость. | 2 | [1], [3] |
| | 4 | Асимптотическая устойчивость в целом. Устойчивость при постоянно действующих возмущениях. | 4 | [3] |
| 4 | 5 | Общие свойства решений линейных дифференциальных систем. | 4 | [1], [2], [3] |
| 5 | 6 | Общие теоремы об устойчивости линейных дифференциальных систем. | 4 | [1], [3] |
| 6 | 7 | Устойчивость линейной дифференциальной системы с постоянной матрицей. | 2 | [1], [3], [4] |
| 7 | 8 | Приведенная система. | 2 | [3], [4] |
| 8 | 9 | Знакоопределенные функции. | 2 | [1], [3] |
| 9 | 10 | Первая теорема Ляпунова. | 2 | [1], [3] |
| | 11 | Вторая теорема Ляпунова. | 2 | [1], [3] |
| | 12 | Третья теорема Ляпунова. | 2 | [1], [3] |
| 10 | 13 | Теорема Четаева. | 2 | [1], [3] |
| | 14 | Асимптотическая устойчивость в целом. | 2 | [1], [3] |
| Итого: | | | 36 | |

Тематика исследовательских лабораторных занятий

Таблица 4

| № раз-дела | № занятия | Наименование | Кол-во часов | Литература |
|------------|-----------|---|--------------|---------------|
| 1 | 1 | Матричные степенные ряды. Экспоненциал матрицы. Нормальная форма экспоненциала. Некоторые свойства экспоненциала матрицы. | 2 | [1], [2] |
| 2 | 2 | Система обыкновенных дифференциальных уравнений. | 2 | [2] |
| 3 | 3 | Общие теоремы об устойчивости линейных дифференциальных систем. | 10 | [1], [3] |
| 6 | 4 | Устойчивость линейной дифференциальной системы с постоянной матрицей. | 10 | [1], [3], [4] |
| 9 | 5 | Теоремы Ляпунова. | 12 | [1], [3] |
| Итого: | | | 36 | |

3.4 Перечень занятий, проводимых в активной и интерактивной формах

В активной и интерактивной форме проводятся аудиторные учебные занятия по отдельным разделам и темам дисциплины, указанным в табл. 5

Таблица 5

| № раз-дела | Вид аудиторного занятия в активной и/или интерактивной форме и его тематика | Кол-во часов |
|------------|--|--------------|
| 1 | ИЗ. Контроль результатов: «Матричные степенные ряды». | 2 |
| 2 | ИЗ. Контроль результатов: «Система обыкновенных дифференциальных уравнений». | 2 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3 | ИЗ. Контроль результатов: «Общие теоремы об устойчивости линейных дифференциальных систем». | 2 |
| 6 | ИЗ. Контроль результатов: «Устойчивость линейной дифференциальной системы с постоянной матрицей». | 2 |
| 9 | ИЗ. Контроль результатов: «Теоремы Ляпунова». | 2 |
| Итого: | | 10 |

4. Перечень заданий для самостоятельной работы

Таблица 6

| Задания | Срок выдачи (№ недели) | Срок сдачи (№ недели) | Номера разделов дисциплины (модуля) |
|---------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Выполнение ИЗ | 1 | 4 | 1 |
| Выполнение ИЗ | 3 | 6 | 2 |
| Выполнение ИЗ | 5 | 8 | 3 |
| Выполнение ИЗ | 8 | 11 | 6 |
| Выполнение ИЗ | 10 | 13 | 9 |

5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине

Оценка качества освоения дисциплины включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию в форме зачета.

Текущий контроль успеваемости по дисциплине

Контрольные мероприятия текущего контроля

Таблица 7

| Вид контрольного мероприятия | Наименование | Срок проведения (№ недели) | Контролируемый объем (№№ разделов) |
|---|---|-------------------------------|---------------------------------------|
| Защита отчета по исследовательскому заданию | Определяется индивидуально, перечень примерных тем представлен в Приложении 1 | 4 | 1 |
| Защита отчета по исследовательскому заданию | Определяется индивидуально, перечень примерных тем представлен в Приложении 1 | 6 | 2 |
| Защита отчета по исследовательскому заданию | Определяется индивидуально, перечень примерных тем представлен в Приложении 1 | 8 | 3 |
| Защита отчета по исследовательскому заданию | Определяется индивидуально, перечень примерных тем представлен в Приложении 1 | 11 | 6 |
| Защита отчета по исследовательскому заданию | Определяется индивидуально, перечень примерных тем представлен в Приложении 1 | 13 | 9 |

5.2 Оценочные средства промежуточной аттестации

Для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине образован фонд оценочных средств в виде контрольных вопросов.

Примерные контрольные вопросы и исследовательские задания представлены в приложении 1.

5. Образовательные технологии по дисциплине

Обучение по дисциплине ведется с применением потоково-групповых технологий.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература:

Таблица 8

| № п/п | Автор | Наименование | Издательство | Год издания |
|-------|----------------|---|------------------------|-------------|
| 1. | Рябушко А.П. | Индивидуальные задания по высшей математике. Часть 4. | Минск, Вышэйшая школа | 2007 |
| 2 | Баранова Е.С. | Дифференциальные уравнения. Электронный ресурс. | БГТУ «Военмех» | 2008 |
| 3 | Емельянов В.Ю. | Алгебраический критерий устойчивости Гурвица и примеры его применения. Электронный ресурс. | БГТУ «Военмех» | 2008 |
| 4 | Бугров Я.С. | Высшая математика в 3 т. Том 3. В 2 кн. Книга 1. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы: учебник | М.: Издательство Юрайт | 2016 |

6.2 Дополнительная литература:

Таблица 9

| № п/п | Автор | Наименование | Издательство | Год издания |
|-------|---|--|------------------------------|-------------|
| 1 | | Математические основы автоматического управления. Том 2. | Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана | 2008 |
| 2 | Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. | Теория управления в примерах и задачах. | Москва, «Высшая школа» | 2003 |
| 3 | Андриевский Б.Р., Емельянов В.Ю., Коротков Б.Ф. | Теория управления. Лабораторный практикум в среде Scilab. | БГТУ «Военмех» | 2010 |
| 4 | Фихтенгольц Г.М. | Курс дифференциального и интегрального исчисления: учебник для вузов: в 3 т. Т.3 | СПб.: Лань | 2016 |

6.3 Электронные (образовательные, информационные, справочные, нормативные и т.п.) ресурсы:

1. Электронный каталог библиотеки БГТУ
2. Теория устойчивости по Ляпунову <http://mathhelpplanet.com/static.php?p=ustoichivost-po-lyapunovu>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Специализированные лаборатории (в том числе научные) и классы, основное учебное оборудование (комплексы, установки и стенды)

Учебная аудитория с доской.

Оценочные средства промежуточной аттестации

Примерные контрольные вопросы:

1. Матричные степенные ряды. Экспоненциал матрицы. Нормальная форма экспоненциала. Некоторые свойства экспоненциала матрицы.
2. Система обыкновенных дифференциальных уравнений в нормальной форме. Система линейных уравнений.
3. Основные понятия теории устойчивости по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость. Асимптотическая устойчивость в целом. Устойчивость при постоянно действующих возмущениях.
4. Общие свойства решений линейных дифференциальных систем.
5. Общие теоремы об устойчивости линейных дифференциальных систем.
6. Устойчивость линейной дифференциальной системы с постоянной матрицей.
7. Приведенная система (система уравнений возмущенного движения).
8. Знакоопределенные функции.
9. Первая теорема Ляпунова (теорема об устойчивости).
10. Вторая теорема Ляпунова (теорема об асимптотической устойчивости).
11. Третья теорема Ляпунова (теорема о неустойчивости).
12. Теорема Четаева.
13. Асимптотическая устойчивость в целом.

Примерные исследовательские задания:

1. «Матричные степенные ряды».
2. «Система обыкновенных дифференциальных уравнений».
3. «Общие теоремы об устойчивости линейных дифференциальных систем».
4. «Устойчивость линейной дифференциальной системы с постоянной матрицей».
5. «Теоремы Ляпунова».

СПРАВКА

о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова учебной литературы
(справка является неотъемлемой частью УМК дисциплины)

1. Наименование дисциплины: **Методы качественной теории обыкновенных дифференциальных уравнений**
2. Кафедра: **Об «Высшая математика»**
3. Перечень основной учебной литературы:

| № п/п | Автор | Наименование | Издательство | Год издания |
|-------|----------------|---|------------------------|-------------|
| 1. | Рябушко А.П. | Индивидуальные задания по высшей математике. Часть 4. | Минск, Высшая школа | 2007 |
| 2 | Баранова Е.С. | Дифференциальные уравнения. Электронный ресурс. | БГТУ «Военмех» | 2008 |
| 3 | Емельянов В.Ю. | Алгебраический критерий устойчивости Гурвица и примеры его применения. Электронный ресурс. | БГТУ «Военмех» | 2008 |
| 4 | Бугров Я.С. | Высшая математика в 3 т. Том 3. В 2 кн. Книга 1. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы: учебник | М.: Издательство Юрайт | 2016 |

4. Перечень дополнительной учебной литературы:

| № п/п | Автор | Наименование | Издательство | Год издания |
|-------|---|--|------------------------------|-------------|
| 1 | | Математические основы автоматического управления. Том 2. | Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана | 2008 |
| 2 | Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. | Теория управления в примерах и задачах. | Москва, «Высшая школа» | 2003 |
| 3 | Андриевский Б.Р., Емельянов В.Ю., Коротков Б.Ф. | Теория управления. Лабораторный практикум в среде Scilab. | БГТУ «Военмех» | 2010 |
| 4 | Фихтенгольц Г.М. | Курс дифференциального и интегрального исчисления: учебник для вузов: в 3 т. Т.3 | СПб.: Лань | 2016 |

Директор библиотеки  / Сесина Н.В. /