

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ

Направление подготовки 01.06.01 Математика и механика

Направленность: Дифференциальные уравнения, динамические системы и
оптимальное управление

Квалификация (степень) выпускника: Исследователь. Преподаватель-
исследователь

Кострома

Рабочая программа дисциплины «Классификация линейных систем» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 года № 866 с изменениями и дополнениями от 30 апреля 2015 года.

Разработал: Ширяев Кирилл Евгеньевич, доцент кафедры высшей математики, кандидат физико-математических наук, доцент

Рецензент: Землякова Ирина Владимировна, заведующий кафедрой высшей математики КГУ, доктор технических наук, профессор

УТВЕРЖДЕНО:

Заведующий кафедрой
высшей математики



Землякова Ирина Владимировна,
доктор технических наук, профессор

ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры высшей математики

Протокол заседания кафедры № 5 от 28 января 2021 г.

Заведующий кафедрой высшей математики



Матьцина Т. Н., к. ф.-м. н., доцент

подпись

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Дисциплина «Классификация линейных систем» является специальным математическим курсом для аспирантов направленности 01.01.02 «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление». Курс является продолжением курса «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление», рассматривая некоторые свойства линейных систем, упрощающие исследование их качественных характеристик.

Цель изучения дисциплины – формирование у аспирантов углубленных знаний о линейных системах, их видах и особенностях показателей и устойчивости в каждом из этих видов.

Задачи дисциплины:

- сформировать у аспирантов представление о видах линейных систем;
- дать основные понятия теории Флоке;
- сформировать знание свойств показателей периодических и почти периодических систем;
- обучить использовать свойство приводимости и почти приводимости при решении задач на устойчивость.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Аспиранты, завершившие изучение дисциплины «Классификация линейных систем» должны **знать:**

- определения понятий качественной теории периодических систем (матрица монодромии, мультипликаторы);
- теорию Флоке;
- понятия приводимости и почти приводимости.

Аспиранты, завершившие изучение дисциплины «Классификация линейных систем» должны **уметь:**

- использовать указанные выше понятия при решении задач на устойчивость, при этом использовать оптимальный метод;
- доказывать свойства показателей систем с постоянными коэффициентами;
- доказывать свойства показателей приводимых и почти приводимых систем.

Аспиранты, завершившие изучение дисциплины «Классификация линейных систем», должны **владеть:**

- методами исследования вида системы;
- методикой качественной оценки основных свойств различного вида систем.

Аспиранты, завершившие изучение дисциплины «Классификация линейных систем», должны **освоить компетенцию:**

- ПК-1 (способность ставить задачи, приводящие к решению дифференциальных уравнений, формализовывать такие задачи, исследовать оптимальную методику их решения в рамках специализации).

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Классификация линейных систем» относится к вариативной части учебного плана, к дисциплинам по выбору. Изучается в 5 семестре. Дисциплина обеспечивает приобретение компетенций в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта нового поколения.

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах/практиках:

– «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление» (для компетенции ПК-1).

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин/практик:

– «Линейные операторы в гильбертовых пространствах», практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности по направленности, научно-исследовательской деятельности и подготовке научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) (для компетенции ПК-1).

4. Объем дисциплины (модуля)

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	2
Общая трудоемкость в часах	72
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	30
Лекции	10
Практические занятия	20
Лабораторные занятия	-
Самостоятельная работа в часах	42
Форма промежуточной аттестации	Зачет в 5 семестре

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	10
Практические занятия	20
Лабораторные занятий	-
Консультации (на группу)	0,5
Зачет/зачеты	0,25
Экзамен/экзамены	-
Курсовые работы	-
Курсовые проекты	-
Всего	30,75

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

5.1. Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1	Система с постоянными коэффициентами	12	2	4	-	6
2	Периодические системы	18	2	4	-	12
3	Приводимость и почти приводимость	21	3	6	-	12
4	Почти периодические системы	21	3	6	-	12
Зачет		-	-	-	-	-
Итого:		2/72	10	20	-	42

5.2. Содержание

Тема 1. Система с постоянными коэффициентами. Инварианты линейного преобразования. Строение фундаментальной системы решений. Условия экспоненциальной дихотомии. Показатели Ляпунова в терминах инвариантов матрицы правой части.

Тема 2. Периодические системы. Оператор Коши периодической системы. Матрица монодромии и мультипликаторы. Теорема Флоке-Ляпунова. Условия устойчивости в периодической системе. Дихотомия в периодической системе. Показатели Ляпунова и мультипликаторы.

Тема 3. Приводимость и почти приводимость. Ляпуновские преобразования и их инварианты. Приводимость. Приводимость периодической системы. Почти приводимость. Связь почти приводимости с поведением показателей близких систем.

Тема 4. Почти периодические системы. Почти периодичность по Бору. Ограниченность почти периодических функций. Разложение почти периодических функций по чистым колебаниям. Почти периодические системы. Вспомогательные показатели почти периодических систем. Почти приводимость почти периодических систем.

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Литература для проведения практических занятий и самостоятельной работы обучающихся:

[1] Петровский И. Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений: учебное пособие / И. Г. Петровский. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 206 с. ISBN 978-5-9221-1144-7 <http://znanium.com/bookread2.php?book=544800>

[2] Филиппов А. Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям : учеб. пособие для студентов вузов : допущено М-вом высшего и среднего спец. образования СССР / А. Ф. Филиппов. - Изд. 5-е, испр. - М. : Наука, 1979. - 128 с. : ил. - 0.25.

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Система с постоянными коэффициентами	Изучение литературы	6	Лекционный материал, [1] (с. 134-154)	Устный опрос
2	Периодические системы	Изучение литературы, решение задач	12	Лекционный материал, [1] (с. 149-152)	Устный опрос
3	Приводимость и почти приводимость	Изучение литературы, решение задач	12	Лекционный материал, [1] (с. 163-167)	Индивидуальная консультация, устный опрос
4	Почти периодические системы	Изучение литературы, решение задач	12	Лекционный материал, [1] (с. 183-186)	Индивидуальное собеседование, устный опрос

6.2. Тематика и задания для практических занятий

№	Наименование темы	Содержание практического занятия	Рекомендуемые материалы для практического занятия
1	Система с постоянными коэффициентами	Строение фундаментальной системы решений. Условия экспоненциальной дихотомии. Исследование системы на устойчивость	[2], с. 127-132
2	Периодические системы	Матрица монодромии, мультипликаторы и их вычисление. Исследование на устойчивость периодической системы	[2], с. 142-145
3	Приводимость и почти приводимость	Связь почти приводимости с поведением показателей близких систем	[2], с. 161-170
4	Почти периодические системы	Разложение почти периодических функций по чистым колебаниям	[2], с. 183-186

6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий

Лабораторные занятия по данной дисциплине не запланированы.

6.4. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ

Курсовые работы по данной дисциплине не запланированы.

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

<i>Основная литература</i>		
1	Асташова И. В. Практикум по курсу «Дифференциальные уравнения» : учебное пособие / И. В. Асташова, В. А. Никишкин. - М. : Евразийский открытый институт, 2011. - 96 с. - ISBN 978-5-374-00488-5 ; То же [Электронный ресурс]. http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90289	
2	Линейные системы обыкновенных дифференциальных уравнений [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / К. Е. Ширяев [и др.] ; М-во образования и науки РФ, Костром. гос. ун-т им. Н. А. Некрасова. - Электрон. текст. дан. - Кострома : КГУ, 2014. - 41 с. - Б. ц. Загл. с экрана	1
3	Обыкновенные дифференциальные уравнения [Электронный ресурс] : 25 книг по алгебре. - Электрон. текстовые дан. - М. : РХД, 2004. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Электронная библиотека). - 231.00. Загл. с диска	1
4	Петровский И. Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений: учебное пособие / И. Г. Петровский. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 206 с. ISBN 978-5-9221-1144-7 http://znanium.com/bookread2.php?book=544800	
<i>Дополнительная литература</i>		
1	Агафонов С. А. Обыкновенные дифференциальные уравнения : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений : допущено Науч.-метод. советом / С. А. Агафонов, Т. В. Муратова. - М. : Академия, 2008. - 240 с. - (Университетский учебник. Серия "Прикладная математика и информатика"). - Библиогр.: с. 231-232. - Предм. указ.: с. 233-235. - ISBN 978-5-7695-2581-0 : 137.94.	7
2	Егоров А. И. Обыкновенные дифференциальные уравнения с приложениями / А. И. Егоров. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 384 с. - Библиогр.: с. 375-376. - Предм. указ.: с. 377-380. - ISBN 5-9221-0385-7 : 150.00.	1
3	Каленова В. И. Линейные нестационарные системы и их приложения к задачам механики / В. И. Каленова, В. М. Морозов. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 206, [1] с. - Библиогр.: с. 197-206. - ISBN 978-5-9221-1231-4 : 200.00. Дар РФФИ	1
4	Мирошник И. В. Теория автоматического управления : линейные системы : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений: рекомендовано УМО / И. В. Мирошник. - СПб. : Питер, 2005. - 336 с. - (Учебное пособие). - Библиогр.: с. 326-327. - Предм. указ.: с. 328-333. - ISBN 5-469-00350-7 : 250.00.	1
5	Немыцкий В. В. Качественная теория дифференциальных уравнений / В. В. Немыцкий, В. В. Степанов. - М. ; Л. : ОГИЗ Государственное изд-во технико-теоретической лит., 1947. - 448 с. : ил. - ISBN 978-5-4475-1957-5 ; То же [Электронный ресурс]. http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=255775	
6	Сачков Ю. Л. Управляемость и симметрии инвариантных систем на группах Ли и однородных пространствах : монография / Ю. Л. Сачков. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 224 с. - (Математика. Прикладная математика). - Библиогр.: с. 218-223. - ISBN 978-5-9221-0843-0 : 130.00.	1
7	Филиппов А. Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям : учеб. пособие для студентов вузов : допущено М-вом высшего и среднего спец. образования СССР / А. Ф. Филиппов. - Изд. 5-е, испр. - М. : Наука, 1979. - 128 с. : ил. - 0.25.	5

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

Библиотека КГУ <http://library.ksu.edu.ru/>

ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

ЭБС Университетская библиотека онлайн <http://biblioclub.ru>

ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com>

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Ауд. 412 корп. Е – аудитория для лекционных, семинарских/практических занятий, индивидуальных/групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Число посадочных мест – 50	Специальное ПО не требуется
Ауд. 406 корп. Е – помещение для самостоятельной работы (компьютерный класс)	Число посадочных мест – 24. Число мест оборудованных компьютерами – 12 с выходом в интернет Оснащенность: компьютер для преподавателя, стационарный проектор, переносной экран	Свободно распространяемый офисный пакет с открытым исходным кодом LibreOffice
Ауд. 201 корп. Б1 – помещение для самостоятельной работы (читальный зал)	Число посадочных мест – 200. Оснащенность: 3 компьютера для сотрудников; принтер; копир/принтер; проектор; 2 экрана для проектора; ворота «Антивор»; WiFi-точка доступа	Свободно распространяемый офисный пакет с открытым исходным кодом LibreOffice; автоматизированная информационно-библиотечная система «МАРК – SQL»
Ауд. 202 корп. Б1 – помещение для самостоятельной работы (электронный читальный зал)	Число посадочных мест – 22. Число мест, оборудованных компьютерами – 22 с выходом в интернет. Оснащенность: 4 компьютера для сотрудников; 4 принтера; плоттер; 2 сканера; МФУ; ЛСД ТВ	Свободно распространяемый офисный пакет с открытым исходным кодом LibreOffice; автоматизированная информационно-библиотечная система «МАРК – SQL»