

48

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
 «Казанский национальный исследовательский технический университет
 им. А.Н. Туполева-КАИ»
 (КНИТУ-КАИ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НиИД

Михайлов С.А.

“ 10 ” июня 2015

М.П.



Р.С. НАИУН - 92

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.3.1 Методы теории устойчивости движения

Направление подготовки 27.06.01 Управление в технических системах

Профиль (направленность) 05.13.01

Квалификация выпускника Системный анализ, управление и обработка информации
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения Очная

Выпускающая кафедра Автоматики и управления (АиУ)

Кафедра-разработчик рабочей программы Автоматики и управления

Год обучения	Трудоем- кость час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма контроля (экс., час./зачет)
3	108	54			54	зачет
Итого	108	54			54	зачет

Казань 2015

Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», ФГОС ВО Уровень высшего образования подготовка кадров высшей квалификации, направление подготовки 27.06.01 управление в технических системах, (утвержден приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 г. №892) (в ред. приказа Минобрнауки России от 30.04.2015 N 464); Положением «О порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (КНИТУ-КАИ) и учебного плана направления подготовки 27.06.01 Управление в технических системах, направленность 05.13.01 - Системный анализ, управление и обработка информации

Составитель рабочей программы:

Проф., проф., д.ф.м.н.

(должность, ученое звание, степень)



(подпись)

01.06.2015

(дата)

Маликов А.И.

(ФИО)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры:

Автоматики и управления

(наименование кафедры-разработчика)

Протокол №10 от 01.06.2015

(дата и номер протокола)

зав. кафедрой-разработчиком АиУ



(подпись)

01.06.2015

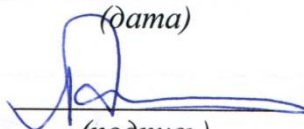
(дата)

Дегтярев Г.Л.

(ФИО)

Директор Института АиЭП

(на котором осуществляется обучение)



(подпись)

01.06.2015

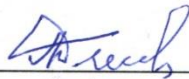
(дата)

Ференец А.В.

(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Зав. выпускающей кафедрой



(подпись)

01.06.2015

(дата)

Дегтярев Г.Л.

(ФИО)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Требования к результатам освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП	5
3. Структура и содержание дисциплины	6
3.1. Структура дисциплины	6
3.2. Содержание дисциплины	7
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	8
5. Образовательные технологии	9
6. Формы контроля освоения дисциплины	10
6.1. Перечень оценочных средств для текущего контроля освоения дисциплины	10
6.2. Состав фонда оценочных средств для проведения контроля аспирантов по дисциплине	10
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	11
7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы	11
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет".....	12
7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	13
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	13
9. Кадровое обеспечение дисциплины.....	13
10. Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу учебной дисциплины	15
11. Лист утверждения рабочей программы дисциплины на учебный год	16
Приложение 1. Аннотация рабочей программы	17
Приложение 2. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся	18
Приложение 3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	21
Приложение 4. Фонд оценочных средств, перечень заданий для проведения контроля освоения, а также методические указания для проведения контроля освоения	22

1. Требования к результатам освоения дисциплины

(Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине определяется требованиями к результатам освоения ОПОП.)

Таблица 1.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина		Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Коды компетенции	Содержание компетенций	Знать: Уметь: Владеть:
ОПК-4	Способностью профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций, информационно-аналитических материалов и презентаций	Знать: требования и правила оформления отчетов и презентаций Уметь: грамотно представлять результаты исследований. Владеть: современными компьютерными средствами для представления результатов исследования.
ОПК-5	Владением научно-предметной областью знаний	Знать: <ul style="list-style-type: none"> • основные понятия из области теории динамических систем и теории управления; • этапы анализа динамических свойств систем; • определения и классификацию динамических свойств систем; • современные направления теории устойчивости и методы динамического анализа сложных нелинейных систем; • принцип сравнения и способы получения формулировок и доказательств теорем сравнения; • способы и алгоритмы построения функций, вектор-функций Ляпунова и систем сравнения для моделей систем управления; • способы и алгоритмы построения оценок состояния и показателей качества переходных процессов систем управления. Уметь: <ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно изучать учебную и научную литературу, систематизировать отечественный и зарубежный опыт создания, проектирования и внедрения систем автоматического управления; • производить анализ динамических свойств систем управления с учетом нелинейностей, неопределенных возмущений, параметрических изменений, с применением метода сравнения с вектор-функцией Ляпунова; • применять современные компьютерные технологии и программные средства для анализа динамических свойств и построения количественных оценок переходных процессов систем

		<p>управления;</p> <ul style="list-style-type: none"> • проводить исследование систем управления с использованием современных компьютерных технологий. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • поиском и анализом современной научно-технической информации по проблемам анализа динамических систем; • математическим аппаратом, методами анализа динамики, оценивания состояния систем управления; • программной реализацией способов и алгоритмов анализа динамики с помощью методов функций и вектор-функций Ляпунова; • современными компьютерными средами для моделирования и исследования систем управления.
ПК-1	Способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направлению (научной специальности) 05.13.01. Системный анализ, управление и обработка информации.	<p>Знать:</p> <p>современные методы и достижения в области устойчивости и качества систем управления</p> <p>Уметь:</p> <p>ставить и самостоятельно решать задачи исследования устойчивости и других динамических свойств систем управления.</p> <p>Владеть:</p> <p>современными методами, алгоритмами и программными средствами для анализа динамических свойств и качества систем управления</p>
ПК-2	Владением методологией исследования теоретических и прикладных проблем, методов и технических средств технических и управляющих систем, их математического, алгоритмического и программного обеспечения, создания и совершенствования сложных технических и управляющих систем, комплексов их контроля и испытания	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • возможности метода сравнения с функциями, вектор-функциями Ляпунова и методологию анализа динамических свойств, построения количественных оценок качества систем управления; <p>Уметь применять методологию анализа динамических свойств, построения количественных оценок качества систем управления;</p> <p>Владеть методологией метода функций Ляпунова и принципа сравнения в проблемах анализе динамических свойств и качества систем управления</p>

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина *Методы теории устойчивости движения* относится к *вариативной* части блока 1 учебного плана. Является дисциплиной по выбору. Аннотация дисциплины представлена в приложении 1.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единицы (ЗЕТ), 108 академических часов.

Таблица 2.

Объем дисциплины по видам учебных занятий

Вид учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр : 6	
	в час	в ЗЕ	в час	в ЗЕ
Общая трудоемкость дисциплины	108	3	108	3
Аудиторные занятия	54	1,5	54	1,5
Лекции	54	1,5	54	1,5
Практические (ПЗ)				
Лабораторные работы (ЛР)				
Самостоятельная работа (всего)	54	1,5	54	1,5
В том числе:				
Проработка учебного материала	36	1	36	1
Подготовка доклада и презентации	18	0,5	18	0,5
Подготовка к промежуточной аттестации				
Вид аттестации			Зачет	

Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

Таблица 3.

№ модуля образовательной программы	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов
1	1	Классическая теория устойчивости Ляпунова	10			10	20
	2	Развитие теории устойчивости Ляпунова	10			10	20
2	3	Ослабления условий асимптотической устойчивости	10			10	20
	4	Метод сравнения в теории устойчивости	12			12	24
3	5	Устойчивость гибридных систем с переключениями	12			12	24
ИТОГО:			54			54	108

3.2. Содержание дисциплины

Лекционный курс

Таблица 4.

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц*	Трудоемкость, часов
	1	Классическая теория устойчивости Ляпунова	
1		Введение в теорию устойчивости. Историческая справка.	2
2		Дифференциальные уравнения возмущенного движения	2
3		Определения устойчивости. Функции Ляпунова	2
4		Теоремы Ляпунова об устойчивости.	2
5		Теоремы Ляпунова о неустойчивости.	2
	2	Развитие теории устойчивости Ляпунова	
6		Вклад Н.Г.Четаева в теорию устойчивости.	2
7		Теоремы Четаева о неустойчивости.	2
8		Устойчивость по первому приближению.	2
9		Устойчивость в критических случаях и при постоянно действующих возмущениях	2
10		Абсолютная устойчивость регулируемых систем	2
	3	Ослабления условий асимптотической устойчивости.	
11		Теоремы Матросова об асимптотической устойчивости с двумя функциями.	2
12		Нелокальные проблемы в классической теории устойчивости.	2
13		Асимптотическая устойчивость в области и в целом. Теорема Барбашина Красовского.	2
14		Принцип инвариантности Ла-Саля Д.П.	2
15		Устойчивость по части переменных. Теоремы Румянцева В.В.	2
	4	Метод сравнения в теории устойчивости	
16		Принцип сравнения с вектор-функциями Ляпунова	2
17		Метод Векторных функций Ляпунова-Матросова	2
18		Теоремы сравнения и теоремы об устойчивости и неустойчивости	2
19		Способы и алгоритмы построения функций, вектор-функций Ляпунова и систем сравнения	2
20		Способ декомпозиции-агрегирования и конечный итерационный процесс построения ВФЛ	2
21		Построение сублинейных вектор-функций Ляпунова и оценок показателей качества САУ	2
	5	Устойчивость гибридных систем с переключениями	
22		Устойчивость дискретных процессов	2
23		Устойчивость систем с параметрическими и структурными изменениями	2
24		Устойчивость линейных систем с произвольными переключениями	2
25		Устойчивость систем с медленными переключениями	2
26		Оценивание состояния и областей устойчивости с помощью квадратичной функции Ляпунова	2
27		Построение оценок показателей качества с помощью функций Ляпунова	2
Итого:			54

Практические занятия

Таблица 5.

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
		Не предусмотрены	
ИТОГО:			

Лабораторные работы

Таблица 6.

№ занятия	Номер раздела	Наименование лабораторной работы и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
		Не предусмотрены	
ИТОГО:			

Самостоятельная работа аспиранта

Таблица 7.

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы аспиранта и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1	1.1	Составление плана научного исследования аспиранта.	4
	1.2	Поиск и Анализ отечественной и зарубежной литературы, и интернет-ресурсов.	6
2	2.1	Получение заданий по исследованию математических моделей электромеханической САУ. Проработка материала лекций.	4
	2.2	Анализ устойчивости с помощью функций Ляпунова	6
3	3.1	Построение функций Ляпунова и оценка областей устойчивости	5
	3.2	Проработка материала лекций и литературы	5
4	4.1	Анализ динамического свойства и построение показателей качества переходных процессов электромеханической системы с помощью ВФЛ	6
	4.2	Подготовка отчета и презентации по выполненному заданию	6
5	5.1	Обсуждение результатов исследования	6
	5.2	Подготовка к промежуточной аттестации	6
ВСЕГО ЧАСОВ:			54

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа аспиранта по дисциплине представляет собой:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- выполнение заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин;
- подготовка доклада и составление презентации на заданные темы.

Для углубленного изучения тем курса рекомендуется воспользоваться конспектами лекций и учебниками, представленными в списке основной и дополнительной литературы, инфор-

мационными ресурсами сети Интернет, он-лайн каталогам научной периодики. На самостоятельную проработку выносятся вопросы по каждой лекции по усмотрению преподавателя.

Доклад по теме дисциплины (перечень примерных тем приводится в приложении 2 к рабочей программе) должен продемонстрировать способность соискателя самостоятельно анализировать и интерпретировать прочитанную литературу, идентифицировать конкретную проблему, проводить анализ путей ее решения, предложить их варианты и выбрать оптимальный.

В компьютерной презентации внимание акцентируется на содержании, логике изложения, изобразительной наглядности, математической модели, результатам анализа и компьютерного моделирования, максимальной практической направленности решения задачи анализа устойчивости и управления конкретным электромеханическим объектом.

Методические указания в т.ч. для самостоятельной работы обучающихся, подготовки доклада и презентации и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приводятся в Приложении 2 и Приложении 3 к рабочей программе.

5. Образовательные технологии

При изложении лекционного материала используются технологии изложения теоретического материала, подкрепленного разъяснениями и комментариями на конкретных прикладных примерах реализации. При этом активно используются компьютерная, проекционная техника и презентации, ориентирующие на последовательное изложение материала при разборе конкретных ситуаций проблемного характера.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях (если таковые предусмотрены разработчиком рабочей программы)

Таблица 8.

Семестр	Вид и тема занятия (лекция, практическое занятие, лабораторная работа)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
6	Лекции	Презентации с использованием мультимедийного проектора	2
	1. Введение в теорию устойчивости. Историческая справка.		
	2. Дифференциальные уравнения возмущенного движения		
	3. Определения устойчивости. Функции Ляпунова		
	4. Теоремы Ляпунова об устойчивости.		
	5. Теоремы Ляпунова о неустойчивости.		
	6. Вклад Н.Г.Четаева в теорию устойчивости.		
	7. Теоремы Четаева о неустойчивости.		
	8. Устойчивость по первому приближению.		
	9. Устойчивость в критических случаях и при постоянно действующих возмущениях		
	10. Абсолютная устойчивость регулируемых систем		
	11. Теоремы Матросова об асимптотической устойчивости с двумя функциями.		
16. Принцип сравнения с вектор-функциями Ляпунова			
Метод Векторных функций Ляпунова-	2		

Матросова	17. Теоремы сравнения и теоремы об устойчивости и неустойчивости		2
	18. Способы и алгоритмы построения функций, вектор-функций Ляпунова и систем сравнения		2
	23. Устойчивость систем с параметрическими и структурными изменениями		2
	24. Устойчивость линейных систем с произвольными переключениями		2
	26. Оценивание состояния и областей устойчивости с помощью квадратичной функции Ляпунова		2
			2
	9. Устойчивость в критических случаях и при постоянно действующих возмущениях	Разбор проблемных ситуаций	2
	12. Нелокальные проблемы в классической теории устойчивости.		2
	22. Устойчивость дискретных процессов		2
	15. Устойчивость по части переменных. Теоремы Румянцева В.В.	Дискуссии и коллективное решение творческих задач	2
	20. Способ декомпозиции-агрегирования и конечный итерационный процесс построения ВФЛ		2
	25. Устойчивость систем с медленными переключениями		2
27. Построение оценок показателей качества с помощью функций Ляпунова		2	
Итого:			48

6. Формы контроля освоения дисциплины

6.1. Перечень оценочных средств для текущего контроля освоения дисциплины

Текущий контроль аспирантов производится в дискретные временные интервалы лектором в следующих формах:

- устные опросы;
- задания на самостоятельную работу;
- подготовка доклада и презентации.

6.2. Состав фонда оценочных средств для проведения контроля аспирантов по дисциплине

Контроль по дисциплине проходит в форме выступления с докладом с представлением презентации и зачета. Перечень заданий для самостоятельной работы, подготовки доклада и презентации, а также методические указания для выполнения самостоятельной работы, подготовки доклада и презентации приводятся в Приложении 2 к рабочей программе. Перечень вопросов к зачету приводятся в Приложении 4 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 9.

Основная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие, монография (приводится библиографическое описание учебника, учебного пособия, монографии)	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	Кол-во экз.
1.	<i>Жабко А.П., Котина Е.Д., Чижова О.Н. Дифференциальные уравнения и устойчивость. Учебник. Электронный ресурс. СПб.: Лань, 2015. 320 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/60651</i>		Интернет ресурс
2.	<i>Рябова А.В., Тертычный-Даури В.Ю. Элементы теории устойчивости. Учебное пособие. СПб.: Университет ИТМО. 2015. 208 с. Электронный ресурс. Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/60651</i>		Интернет ресурс

Дополнительная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие, монография, справочная литература (приводится библиографическое описание)	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	Кол-во экз.
1.	<i>Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости: курс лекций / Демидович.Б.П.- М.: Наука: Гл. ред. физ.-мат. лит-ры, 1967. 472 с. ; 3-е изд., стер. .- СПб.: Лань, 2008. 480 с. [Электронный ресурс] Электрон. дан. СПб. : Лань, 2008. 480 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/123</i>		интернет ресурс
2.	<i>Методы классической и современной теории автоматического управления. В 5-ти т.: учебник. -2-е изд., перераб. и доп.. -М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана Т. 5: 2004.</i>	Печ	7
3.	<i>Алфутов, Н. А. Устойчивость движения и равновесия : Учеб. для вузов / Алфутов Н. А., Колесников К.С. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001.- 256с.- (Механика в техническом ун-те. В 8-ми т. Т.3) 2-е изд., стереотип. .- М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003.- 256 с.</i>	Печ	15
4.	<i>Метод векторных функций Ляпунова в теории устойчивости / Р.З. Абдуллин, Л.Ю. Анапольский, А.А. Воронов, В.М.Матросов В.М., А.И.Маликов и др.; Ред. А.А. Воронов, В.М.Матросов.- М.: Наука, 1987.- 312 с.</i>	Печ	2
5.	<i>Метод функций Ляпунова в динамике нелинейных систем : учебник ; Ред. В.М. Матросов, Р.И. Козлов.- Новосибирск: Наука, 1983.- 188 с.</i>	Печ	13
6.	<i>Воронов А.А. Введение в динамику сложных управляемых систем / А.А. Воронов.- М.: Наука : Физматлит, 1985.- 352 с.</i>	Печ.	3
7.	<i>Руш Н. Прямой метод Ляпунова в теории устойчивости М.: Мир, 1980.- 300 с. Интернет ресурс http://www.twirpx.com/file/1092662/</i>	Печ.	6
8.	<i>Четаев Н.Г. Устойчивость движения : учеб. руководство / - 4-е изд., испр. .- М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит-ры, 1990. 176 с.</i>	Печ.	21
9.	<i>Красовский Н.Н. Некоторые задачи теории устойчивости движения / Н.Н. Красовский.- М.: Физматгиз, 1959. 212 с.</i>	Печ.	3
10.	<i>Фурасов В.Д. Устойчивость движения, оценки и стабилиза-</i>	Печ.	9

	<i>ция / В.Д. Фурасов.- М.: Наука, Глав. ред. физ.-мат. лит-ры, 1977. 248 с.</i>		
11.	<i>Вектор-функции Ляпунова и их построение: сборник статей ; Ред. В.М. Матросов, Л.Ю. Анапольский.- Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1980.- 286 с.</i>	Печ.	2
12.	<i>Скимель В.Н. Николай Гурьевич Четаев: учебник. Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2002. 106 с.</i>	Печ.	100
13.	<i>Малкин И.Г. Теория устойчивости движения / И.Г. Малкин.- 2-е изд., испр. .- М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит-ры, 1966.- 532.</i>	Печ.	4
14	<i>Кузьмин П.А. Малые колебания и устойчивость движения Москва, Наука, 1973. 208 с.</i>	Печ.	3

Методические указания и материалы

№ п/п	Лабораторные практикумы, методические указания, учебно-методические пособия (приводится библиографическое описание)	Ресурс НТБ КНИТУ-КАИ	Кол-во экз.
1.	<i>Кузьмин П.А. Устойчивость движения. Динамика твердого тела. Проблемы методологии и преподавания механики / П.А. Кузьмин.- Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 1998. 212 с.</i>	Печ.	2

Периодические издания: список включает перечень необходимых отраслевых периодических изданий по профилю дисциплины, имеющих в НТБ КНИТУ-КАИ:

- Журналы Вестник КГТУ им. А.Н.Туполева, Автоматика и телемеханика, Известия РАН, Теория и системы управления, Управление большими системами, Известия ВУЗов, Математика.

-Газеты: Поиск.

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет»

Профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы.

В НТБ КНИТУ-КАИ представлены базы данных:

Русскоязычные

[- POLPRED.COM - лучшие статьи информагентств и деловой прессы](#)

[- ВИНТИ](#)

[- КонсультантПлюс \(правовые документы\) - доступ с ПК в Медиацентре \(ауд. 42\)](#)

[ЭБС Издательства "ЛАНЬ"](#)

[ЭБС «Айбукс»](#)

[- РОСПАТЕНТ](#)

[- Кодекс \(официальные документы, ГОСТы и др.\)](#)

[- eLIBRARY.RU \(НЭБ - Научная электронная библиотека\)](#)

Зарубежные

[- ScienceDirect \(Elsevier\) - естественные науки, техника, медицина и общественные науки.](#)

[- Scopus - база данных рефератов и цитирования](#)

[- SpringerLink - химия и материаловедение, компьютерные науки, биологические науки, бизнес и экономика, экология, инженерия, гуманитарные и социологические науки, математика и статистика, медицина, физика и астрономия, архитектура и дизайн.](#)

[- The American Physical Society – ведущие физические журналы мира.](#)

[- OUP - архив журналов по гуманитарным наукам, праву, естественным наукам, медицине, общественным наукам. Глубина архива - с 1 выпуска по 1995 год](#)

[- AnnualReviews - архив журналов по биохимии, физическим, общественным и гуманитарным наукам. Глубина архива - с 1936 года по 2006 год.](#)

7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1. чтение лекций с использованием слайд-презентаций
2. использование специализированных (Пакет Matlab) и офисных (MS Office) программ для демонстрации
3. организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
Лекционные занятия: 416 аудитория учебное здание 3	Мультимедийная техника: ПК, проектор, экран; рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет	Предустановленные ОС Windows XP, 7; Пакет офисных программ Microsoft Office MS Office ProPlus 2013 лицензия №62881776 контракт № 177_НИУ 23.12.2013 (локальная, бессрочная); MATLAB Academic Concurrent Licenses лицензия №875035, №875037, Контракт № 234_НИУ от 17.12.2012 г. Mathcad Academic License 14.0, Mathcad Extensions; лицензия №2524337, Контракт № 180_НИУ от 19.11.2012 г
Самостоятельная работа: 425 аудитория, учебное здание 3	рабочие места аспирантов (10 мест), оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде	

9. Кадровое обеспечение дисциплины

Реализация дисциплины обеспечивается руководящими и научно-педагогическими работниками университета, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы аспирантуры на условиях гражданско-правового договора.

Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное за рубежом и признаваемое в Российской Федерации), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу аспирантуры, должна составлять не менее 60 процентов.

Квалификация руководящих и научно-педагогических работников организации должна соответствовать квалификационным характеристикам, установленным в Едином квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел "Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования", утвержденном приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 11 января 2011 г. N 1н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 23 марта 2011 г., регистрационный N 20237), и профессиональным стандартам (при наличии).

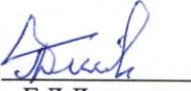

Доля штатных научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) должна составлять не менее 60 процентов от общего количества научно-педагогических работников организации.

Среднегодовое число публикаций научно-педагогических работников организации в расчете на 100 научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) должно составлять не менее 2 в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science или Scopus, или не менее 20 в журналах, индексируемых в Российском индексе научного цитирования, или в научных рецензируемых изданиях, определенных в Перечне рецензиру-

емых изданий согласно пункту 12 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842 "О порядке присуждения ученых степеней" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, N 40, ст. 5074).

10. Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу учебной дисциплины

В рабочую программу дисциплины внесены следующие изменения:

№ п/п	№ страницы внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	"Согласовано" заведующий кафедрой АиУ (ведущая, выпускающая кафедра)	"Согласовано" директор института АиЭП
1	Титульный лист	26.01.2016	В соответствии с Уставом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (новая редакция) исключить слово «профессионального» из полного названия КНИТУ-КАИ	 Г.Л.Дегтярев	 А.В. Ференец
				_____	_____
				_____	_____
				_____	_____
				_____	_____

11. Лист утверждения рабочей программы дисциплины на учебный год

Рабочая программа дисциплины утверждена для ведения учебного процесса в учебном году:

№ п/п	Учебный год	“Согласовано” заведующий кафедрой АиУ (веду- щая, выпускающая кафедра)	“Согласовано” директор института АиЭП
1	2015/2016	 Г.Л.Дегтярев	 А.В. Ференец
2	2016/2017	 Г.Л.Дегтярев	 А.В. Ференец
3	2017/2018	 Г.Л.Дегтярев	 А.В. Ференец
4.	2018/2019	 Г.Л.Дегтярев	 А.В. Ференец
		_____	_____

Аннотация рабочей программы

Дисциплина *Методы теории устойчивости движения* является частью Б1.В.ДВ.3 блока дисциплин подготовки аспирантов по направлению подготовки 27.06.01. Управление в технических системах, направленность 05.13.01 - Системный анализ, управление и обработка информации.

Дисциплина реализуется в Институте автоматизации и электронного приборостроения кафедрой Автоматизации и управления.

Требования к уровню освоения содержания дисциплины.

Дисциплина нацелена на формирование общепрофессиональных компетенций:

ОПК-4 Способностью профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций, информационно-аналитических материалов и презентаций,

ОПК-5 Владением научно-предметной областью знаний, и профессиональных компетенций:

ПК-1 Способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 05.13.01. Системный анализ, управление и обработка информации,

ПК-2 Владением методологией исследования теоретических и прикладных проблем, методов и технических средств управляющих систем, их математического, алгоритмического и программного обеспечения, создания и совершенствования сложных технических и управляющих систем, комплексов их контроля и испытания.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением фундаментальных проблем и математических методов динамики систем, теории управления и теории дифференциальных и разностных уравнений, универсальной природы общего строгого метода сравнения для анализа динамических свойств систем, углубленное изучение теоретических вопросов метода функций и вектор-функций Ляпунова и их применения для анализа и анализа динамических свойств систем автоматического управления;

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, самостоятельная работа аспиранта, консультации, подготовка доклада и презентации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме опроса и итоговый контроль в форме выступления с докладом и зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные 54 часа и 54 часа самостоятельной работы аспиранта.

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Для успешного осуществления самостоятельной работы необходимы:

1. Комплексный подход организации самостоятельной работы по всем формам аудиторной работы;
2. Сочетание нескольких видов самостоятельной работы;
3. Обеспечение контроля за качеством усвоения.

Применяются два вида самостоятельной работы – аудиторная под руководством преподавателя и по его заданию и внеаудиторная - по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся с участием преподавателей являются:

- текущие консультации;
- опрос как форма контроля освоения теоретического содержания дисциплин;
- прием и разбор домашних заданий, презентаций;
- заслушивание докладов с их обсуждением.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся без участия преподавателей являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- выполнение заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, подготовка доклада и составление презентаций на заданные темы.

Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;
- формированию интереса к самостоятельной научно-исследовательской деятельности;
- овладению приёмами процесса познания;
- развитию познавательных способностей.

Темы заданий для самостоятельной работы аспиранта, подготовки доклада и презентации

- Анализ динамики системы управления робота манипулятора с одним звеном.
- Анализ динамики системы управления робота манипулятора с двумя звеньями, соединенных упругим шарниром.
- Анализ динамики системы стабилизации перевернутого маятника.
- Анализ динамики системы стабилизации мостового крана.
- Анализ динамики системы управления маятника с маховиком
- Анализ динамики манипулятора с одним звеном.
- Анализ динамики манипулятора с двумя звеньями, соединенных упругим шарниром.
- Анализ динамики системы стабилизации перевернутого маятника на тележке.
- Анализ динамики системы управления привода с двигателями постоянного тока, с асинхронным двигателем и с шаговым двигателем
 - Анализ динамики системы управления вертолета в различных режимах.
 - Анализ динамики системы управления беспилотного летательного аппарата в различных режимах.
 - Анализ динамики одномашинной электроэнергетической системы
 - Способы построения функций Ляпунова в виде интеграла энергии для электромеханических систем.
 - Способы построения квадратичных вектор-функция Ляпунова для линейных многосвязных систем автоматического управления.
 - Способы построения сублинейных вектор-функция Ляпунова для линейных многосвязных систем автоматического управления.
 - Способ оценивания состояния систем с неопределенными возмущениями и параметрическими изменениями с помощью функций Ляпунова.

Темы докладов не ограничиваются указанным перечнем. При выборе темы следует учитывать пожелания аспирантов и ее связь с темой выпускной или диссертационной работы.

Во время доклада на итоговом занятии могут быть заданы дополнительные вопросы.

Рекомендации к подготовке доклада и презентации

Самостоятельная работа должна свидетельствовать о готовности аспиранта к разработке и применению современных методов теории устойчивости и информационных технологий в процессе научного исследования.

Доклад представляется устно а презентация представляется в электронном виде.

Доклад должен быть рассчитан на 10-12 мин. В содержании доклада должны быть отражены такие вопросы по теме как: исследуемый объект, математическая модель объекта, постановка задачи анализа динамики, устойчивости, качества функционирования, методы, применяемые для анализа состояния проблемы, пути ее решения, выбора оптимального решения, оценка его перспективности; заключение; использованные источники.

Чтобы подготовить достойный доклад, надо подобрать материал из разных источников, достаточно глубоко изучить проработать его, поскольку свободно рассказывать можно только о том, о чем знаешь в несколько раз больше, чем озвучиваешь.

Презентация не заменяет, а дополняет доклад. Не надо приводить на слайдах то, что Вы собираетесь сказать словами. Обратное тоже верно: при докладе никогда не зачитывайте текст со слайда! Возможное исключение – если презентация по-английски, и Вы не уверены в Вашем устном английском, имеет смысл сделать слайды самодостаточными, вынеся на них весь (слегка сокращенный) текст доклада.

Не все равно, каким программным продуктом пользоваться для подготовки презентации. Наиболее распространен сегодня MS PowerPoint. Но, например, если презентация подготовлена не в TeX, то слушатели-математики могут не воспринять доклад всерьез.

Презентация начинается с аннотации, где на одном-двух слайдах дается представление, о чем пойдет речь. Первый слайд должен содержать название доклада, ФИО и координаты (организация/подразделение, адрес электронной почты) выступающего. Правила хорошего тона пред-

полагают еще указание на первом (да и на каждом) слайде названия мероприятия. Каждый слайд должен иметь заголовок и быть пронумерованным в формате 1/12.

Оптимальная скорость переключения один слайд - за 1–2 минуты, на лекциях - до 5 минут. Для кратких выступлений допустимо два слайда в минуту, но не быстрее. Слушатели должны успеть воспринять информацию и со слайда, и на слух. «Универсальная» оценка – число слайдов равно продолжительности выступления в минутах.

Размер шрифта основного текста на слайдах – не менее 16pt, заголовки ≥ 20 pt. Наиболее читабельным является шрифт Arial. Оформляйте все слайды в едином стиле (в TeX многое из упомянутого делается «автоматически»).

Не перегружайте слайд информацией. Не делайте много мелкого текста. При подготовке презентации рекомендуется в максимальной степени использовать графики, схемы, диаграммы и модели с их кратким описанием. Фотографии и рисунки делают представляемую информацию более интересной и помогают удерживать внимание аудитории, давая возможность ясно понять суть предмета. Длинные перечисления или большие таблицы с числами бессмысленны – лучше постройте графики.

Готовую презентацию надо просмотреть внимательно несколько раз «свежим» взглядом; каждый раз будете находить по несколько опечаток, ошибок или «некрасивостей».

Если Вы чувствуете себя хоть немного неуверенно перед аудиторией, или выступление очень ответственное, то напишите и выучите свою речь наизусть. Озвучивание одной страницы (формат A4, шрифт 14pt, полуторный интервал) занимает 2 минуты. Потренируйтесь выступать с вашей презентацией.

Речь и слайды не должны совпадать. Речь должна быть более популярна и образна. Слайды могут содержать больше «технических» подробностей: формулы, схемы, таблицы, графики. Всегда подписывайте оси (какая переменная и ее размерность).

Нельзя читать формулы и обозначения («икс», «зет и джитое с тильдой» и т.п.) – рассказывайте на качественном уровне! Возможное исключение – рассказ на рабочем семинаре перед коллегами «технических» результатов.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности аспиранта
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (устойчивость, динамические свойства, функция Ляпунова, принцип сравнения, система сравнения, качество переходных процессов)
Индивидуальные задания для самостоятельной работы, подготовки доклада и презентации	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Описание объекта исследования. Обоснование и выбор математической модели объекта. Определение установившегося режима. Постановка задачи исследования динамики, устойчивости и других динамических свойств, качества переходных процессов. Выбор и обоснование метода для исследования. Разработка алгоритмов и программная реализация в пакете Matlab. Компьютерное исследование и моделирование. Получение результатов и их визуализация. Оформление презентации. Подготовка к докладу и выступление.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

Фонд оценочных средств, перечень заданий для проведения контроля освоения, а также методические указания для проведения контроля освоения

Перечень вопросов на зачет

1. Дифференциальные уравнения возмущенного движения
2. Определения устойчивости по Ляпунову.
3. Функции Ляпунова
4. Теоремы Ляпунова об устойчивости.
5. Теоремы Ляпунова о неустойчивости.
6. Теоремы Четаева о неустойчивости.
7. Устойчивость по первому приближению.
8. Устойчивость в критических случаях
9. Устойчивость при постоянно действующих возмущениях
10. Абсолютная устойчивость регулируемых систем. Функция Лурье.
11. Теоремы Матросова об асимптотической устойчивости с двумя функциями.
12. Нелокальные проблемы в классической теории устойчивости.
13. Асимптотическая устойчивость в области и в целом.
14. Теорема Барбашина Красовского.
15. Принцип инвариантности Ла-Саля.
16. Устойчивость по части переменных.
17. Теоремы Румянцева об устойчивости по части переменных.
18. Метод сравнения в теории устойчивости
19. Принцип сравнения с вектор-функциями Ляпунова
20. Метод векторных функций Ляпунова-Матросова
21. Теоремы сравнения об устойчивости и неустойчивости
22. Теорема об экспоненциальной устойчивости и ограниченности
23. Способы построения функций Ляпунова в виде квадратичной формы
24. Способы построения вектор-функций Ляпунова и систем сравнения для линейных систем
25. Способ декомпозиции-агрегирования построения ВФЛ для нелинейных систем
26. Построение сублинейных вектор-функций Ляпунова и оценок показателей качества САУ
27. Устойчивость дискретных процессов
28. Устойчивость систем с параметрическими и структурными изменениями
29. Устойчивость линейных систем с произвольными переключениями
30. Устойчивость систем с медленными переключениями
31. Оценивание состояния и областей устойчивости с помощью квадратичной функции Ляпунова
32. Построение оценок показателей качества с помощью функций Ляпунова

На зачете аспирант получает 2 вопроса из приведенного списка. При ответах на вопросы следует четко сформулировать решаемую задачу, показать знание существующих методов для ее решения, умение грамотно излагать свои мысли, аргументировать выбор подходящих подходов и методов, показать умение применять методы для решения задач.