



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Самарский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВПО «СамГТУ»)

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**«МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ**  
**СИСТЕМ»**

**Самара 2014г.**

**Павлова Г.А.,**

**Методические указания по дисциплине «Методы исследования устойчивости систем» / Самар. гос. техн. ун-т; Сост *Павлова Г.А.* Самара, 2014г.**

Методические указания предназначены для работы в аудитории и самостоятельной работы магистров по направлению подготовки 01.04.02 (010400.68) «Прикладная математика и информатика».

Печатается по решению методического совета Инженерно-экономического факультета

## СОДЕРЖАНИЕ

1	<a href="#">Предисловие</a> .....	4
2	<a href="#">Введение</a> .....	6
3	<a href="#">Методические указания для самостоятельной работы обучающихся</a> .....	8
4	<a href="#">Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины</a> .....	19
4.1	<a href="#">Методические указания к лекционным занятиям</a> .....	19
4.2	<a href="#">Методические указания к лабораторным занятиям</a> .....	23
5	<a href="#">Вопросы для аттестации по дисциплине</a> .....	30
6	<a href="#">Заключение</a> .....	31
7	<a href="#">Литература</a> .....	32

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Магистр по направлению подготовки 010400 Прикладная математика и информатика в соответствии с выбранными приоритетными видами профессиональной деятельности должен быть подготовлен к решению следующих профессиональных задач:

### **в научной и научно-исследовательской деятельности:**

- изучение новых научных результатов, научной литературы или научно-исследовательских проектов в соответствии с профилем объекта профессиональной деятельности;
- применение наукоемких технологий и пакетов программ для решения прикладных задач в области физики, химии, биологии, экономики, медицины, экологии; изучение информационных систем методами математического прогнозирования и системного анализа;
- изучение больших систем современными методами высокопроизводительных вычислительных технологий, применение современных суперкомпьютеров в проводимых исследованиях;
- исследование и разработка математических моделей, алгоритмов, методов, программного обеспечения, инструментальных средств по тематике проводимых научно-исследовательских проектов;
- составление научных обзоров, рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований;
- участие в работе научных семинаров, научно-тематических конференций, симпозиумов;
- подготовка научных и научно-технических публикаций;

### **в проектной и производственно-технологической деятельности:**

- исследование математических методов моделирования информационных и имитационных моделей по тематике выполняемых научно-исследовательских прикладных задач или опытно-конструкторских работ;
- исследование автоматизированных систем и средств обработки информации, средств администрирования и методов управления безопасностью компьютерных сетей;
- изучение элементов проектирования сверхбольших интегральных схем, моделирование и разработка математического обеспечения оптических или квантовых элементов для компьютеров нового поколения;
- разработка программного и информационного обеспечения компьютерных сетей, автоматизированных систем вычислительных комплексов, сервисов, операционных систем и распределенных баз данных;
- разработка и исследование алгоритмов, вычислительных моделей и моделей данных для реализации элементов новых (или известных) сервисов систем информационных технологий;
- разработка архитектуры, алгоритмических и программных решений системного и изучение языков программирования, алгоритмов, библиотек и пакетов программ, прикладного программного обеспечения;
- продуктов системного и прикладного программного обеспечения;
- изучение и разработка систем цифровой обработки изображений, средств компьютерной графики, мультимедиа и автоматизированного проектирования;

– развитие и использование инструментальных средств, автоматизированных систем в научной и практической деятельности;

**в педагогической деятельности:**

– владение методикой преподавания учебных дисциплин;

– владение методами электронного обучения;

– консультирование по выполнению курсовых и дипломных работ студентов образовательных учреждений высшего профессионального и среднего профессионального образования по тематике в области прикладной математики и информационных технологий;

– проведение семинарских и практических занятий по общематематическим дисциплинам, а также лекционных занятий по профилю специализации.

**Выпускник должен обладать следующими общекультурными компетенциями:**

– способностью понимать философские концепции естествознания, владеть основами методологии научного познания при изучении различных уровней организации материи, пространства и времени (ОК-1);

– способностью иметь представление о современном состоянии и проблемах прикладной математики и информатики, истории и методологии их развития (ОК-2);

– способностью использовать углубленные теоретические и практические знания в области прикладной математики и информатики (ОК-3);

– способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение (ОК-4);

– способностью порождать новые идеи и демонстрировать навыки самостоятельной научно-исследовательской работы и работы в научном коллективе (ОК-5);

– способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности (ОК-6);

– способностью и готовностью к активному общению в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности (ОК-7);

– способностью свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения; способностью к активной социальной мобильности (ОК-8);

– способностью использовать углубленные знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов (ОК-9).

**Выпускник должен обладать следующими профессиональными компетенциями:**

– способностью проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты (ПК-1);

– способностью разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач (ПК-2);

– проектная и производственно-технологическая деятельность: способностью углубленного анализа проблем, постановки и обоснования задач научной и проектно-технологической деятельности (ПК-3);

- способностью разрабатывать и оптимизировать бизнес-планы научно-прикладных проектов (ПК-4);
- организационно-управленческая деятельность: способностью управлять проектами (подпроектами), планировать научно-исследовательскую деятельность, анализировать риски, управлять командой проекта (ПК-5);
- способностью организовывать процессы корпоративного обучения на основе технологий электронного и мобильного обучения и развития корпоративных баз знаний (ПК-6);
- нормативно-методическая деятельность: способностью разрабатывать и оптимизировать бизнес-планы научно-прикладных проектов (ПК-7);
- педагогическая деятельность: способностью проводить семинарские и практические занятия с обучающимися, а также лекционные занятия спецкурсов по профилю специализации (ПК-8);
- способностью разрабатывать учебно-методические комплексы для электронного и мобильного обучения (ПК-9);
- способностью разрабатывать аналитические обзоры состояния области прикладной математики и информационных технологий по профильной направленности ООП магистратуры (ПК-10);
- способностью работать в международных проектах по тематике специализации (ПК-11);
- способностью участвовать в деятельности профессиональных сетевых сообществ по конкретным направлениям (ПК-12);
- социально ориентированная: способностью осознавать корпоративную политику в области повышения социальной ответственности бизнеса перед обществом, принимать участие в ее развитии (ПК-13);
- социально ориентированная деятельность: способность использования основ защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и применения современных средств поражения, основных мер по ликвидации их последствий, способность к общей оценке условий безопасности жизнедеятельности (ПК-13);
- способность реализации решений, направленных на поддержку социально значимых проектов, на повышение электронной грамотности населения, обеспечения общедоступности информационных услуг (ПК-14).

## [СОДЕРЖАНИЕ](#)

## ВВЕДЕНИЕ

**Целью освоения дисциплины** «Методы исследования устойчивости систем» является формирование профессиональных компетенций, необходимых для реализации преимущественно следующих видов деятельности: научной и научно-исследовательской, а также педагогической:

**ПК-1** Способность проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты.

**ПК-2** Способность разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач

**Задачами изучения дисциплины** выступает приобретение в рамках освоения теоретического и практического материала по дисциплине:

**знаний:**

- основных определений теории устойчивости: устойчивость по Ляпунову, асимптотическая устойчивость, устойчивость относительно части переменных;
- основных положений современной математической теории устойчивости;
- основных методов исследования систем уравнений на устойчивость;

**умений:**

- решать задачи связанные с необходимостью выяснения качественного поведения динамических систем;
- применять на практике методы исследования динамических систем на устойчивость;
- ориентироваться в круге основных проблем, возникающих при исследовании нелинейных систем на устойчивость;

**владений:**

- методами теории устойчивости при исследовании линейных и нелинейных систем;
- компьютерными технологиями и пакетами прикладных программ для исследования устойчивости систем навыками решения конкретных практических задач и выполнения расчётных и исследовательских работ в области устойчивости движения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проблемами устойчивости равновесия и движения механических систем.

## [СОДЕРЖАНИЕ](#)

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМ»**

Самостоятельная работа студентов является одной из важнейших составляющих учебного процесса, в ходе которого происходит формирование знаний, умений и навыков в учебной, научно-исследовательской, профессиональной деятельности, формирование общекультурных и профессиональных компетенций будущего магистра.

Учебно-методическое обеспечение создаёт среду актуализации самостоятельной творческой активности студентов, вызывает потребность к самопознанию, самообучению. Таким образом, создаются предпосылки «двойной подготовки» - личностного и профессионального становления.

Для успешного осуществления самостоятельной работы необходимы:

1. Комплексный подход организации самостоятельной работы по всем формам аудиторной работы;
2. Сочетание всех уровней (типов) самостоятельной работы, предусмотренных рабочей программой;
3. Обеспечение контроля за качеством усвоения.

Методические материалы по самостоятельной работе студентов содержат целевую установку изучаемых тем, списки основной и дополнительной литературы для изучения всех тем дисциплины, теоретические вопросы и вопросы для самоподготовки, усвоив которые магистрант может выполнять определенные виды деятельности (предлагаемые на практических, семинарских, лабораторных занятиях), методические указания для студентов.

### **1.1 Виды самостоятельной работы**

Рабочей программой дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы студентов

#### **1.2 Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к текущим аудиторным занятиям;**

- *для овладения знаниями*: чтение текста (учебника, дополнительной литературы, научных публикаций); составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; работа со словарями и справочниками; работа с нормативными документами; учебно-исследовательская работа; использование аудио- и видеозаписей; компьютерной техники, Интернет и др.;

- *для закрепления и систематизации знаний*: работа с конспектом лекции (обработка текста); аналитическая работа с фактическим материалом (учебника, дополнительной литературы, научных публикаций, аудио- и видеозаписей); составление плана и тезисов ответа; составление таблиц и схем для систематизации фактического материала; изучение нормативных материалов; ответы на контрольные вопросы; аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование и др.); подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции; подготовка рефератов, докладов; составление библиографии; тестирование и др.;

- *для формирования умений*: решение задач и упражнений по образцу; решение вариативных задач и упражнений; выполнение чертежей, схем; выполнение расчетно-графических работ; решение ситуационных производственных (профессиональных) задач;

подготовка к деловым играм; проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности; подготовка курсовых и дипломных работ (проектов); экспериментально-конструкторская работа; исследовательская и проектная работа.

### **1.2.1 Проработка теоретического материала (учебниками, первоисточниками, дополнительной литературой);**

При изучении нового материала на лекциях, освещаются наиболее важные и сложные вопросы учебной дисциплины, вводится новый фактический материал.

Поэтому к каждому последующему занятию студенты готовятся по следующей схеме:

- разобраться с основными положениями предшествующей лекции;
- изучить соответствующие темы в учебных пособиях.

### **1.2.2 Работа с дополнительной учебной и научной литературой.**

Включает в себя составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; выписки из текста; работа со словарями и справочниками; ознакомление с нормативными документами; конспектирование научных статей заданной тематики.

### **1.2.3 Составление презентаций на темы лекций**

#### **Практические рекомендации по созданию презентаций**

Создание презентации состоит из трех этапов:

1. Планирование презентации – это многошаговая процедура, включающая определение целей, изучение аудитории, формирование структуры и логики подачи материала.

2. Разработка презентации – методологические особенности подготовки слайдов презентации, включая вертикальную и горизонтальную логику, содержание и соотношение текстовой и графической информации.

3. Репетиция презентации – это проверка и отладка созданной презентации.

### **1.2.4 Перечень тем, выносимых для самостоятельной работы студентов**

Одним из видов самостоятельной работы, позволяющей студенту более полно освоить учебный материал, является подготовка сообщений (докладов), эссе, реферата.

Доклад – это научное сообщение на семинарском занятии, заседании студенческого научного кружка или студенческой конференции.

Эссе – жанр философской, литературно-критической, историко-биографической, публицистической прозы, сочетающий подчеркнуто индивидуальную позицию автора с непринужденным, часто парадоксальным изложением, ориентированным на разговорную речь.

Реферат – это краткое изложение современной научной и учебной литературы, журнальных и газетных публикаций, статистических материалов по конкретной теме.

Процесс написания реферата включает в себя несколько этапов:

- выбор темы реферата;
- поиск научной и учебной литературы по выбранной теме и ее обзор;
- разработка плана реферата;
- написание содержания реферата;
- оформление реферата в соответствии с требованиями;
- сдача реферата преподавателю и его защита перед аудиторией

оценка реферата (оценивается уровень полноты проведенного исследования; качество оформления работы; самостоятельность студента, творческая инициатива и умение защищать принятые решения).

Следует выделить подготовку к экзаменам, зачетам, защитам как особый вид самостоятельной работы. Основное его отличие от других видов самостоятельной работы состоит в том, что обучающиеся решают задачу актуализации и систематизации учебного материала, применения приобретенных знаний и умений в качестве структурных элементов компетенций, формирование которых выступает целью и результатом освоения образовательной программы.

***По дисциплине «Методы исследования устойчивости систем»  
применяются следующие виды СРС.***

В рамках дисциплины применяются следующие виды самостоятельной работы:

1. Подготовка к лабораторным работам (для овладения новыми знаниями в рамках изучаемой дисциплины).
2. Подготовка рефератов.
3. Подготовка к зачёту (для актуализации и систематизации учебного материала).

**Задачами СРС по дисциплине «Методы исследования устойчивости систем» являются:**

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать справочную документацию, специальную литературу и информационные ресурсы Интернет;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

***1. Подготовка к лабораторным работам***

Лабораторные работы составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся. Они направлены на формирование учебных и профессиональных практических умений. При подготовке к лабораторным занятиям обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, с ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». При этом обучающийся должен учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к лабораторным занятиям необходимо освоить основные

понятия; изучить лекции; методы и технологии, необходимые для решения поставленных задач; ответить на контрольные вопросы.

***Подготовка к лабораторной работе 1. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая устойчивость, устойчивость по части переменных.***

*Цели и задачи лабораторной работы:* Реализовать рассмотренные на лекционных занятиях понятия с помощью алгоритма программного обеспечения MATLAB. Оценить количество шагов и эффективность алгоритма.

*Теоретические основы.* Лабораторная работа 1 относится к разделу «**ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ УСТОЙЧИВОСТИ**». При подготовке к занятию необходимо проанализировать информацию по теме «Основные определения теории устойчивости: определение устойчивости по Ляпунову, асимптотическая устойчивость, устойчивость по части переменных»

*Ход подготовки к лабораторной работе.* Требуется изучить конспекты лекций и усвоить полученную информацию. Необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Возможно использование литературы, подобранной самим обучающимся. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме.

*Перечень основной и дополнительной учебной литературы*

Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений . М.: ЛИБРОКОМ, 2009. 237 с.

Краснов М.Л. ,Киселёв А.И., Макаренко Г.Г. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: ЛИБРОКОМ, 2009. 253 с.

Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.:ЛИБРОКОМ, 2009. 447 с.

*Периодические издания*

перечень отраслевых периодических изданий по профилю дисциплины, имеющих в НТБ СамГТУ:

Вестник Самарского государственного технического университета. Серия физико-математические науки.

*Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», содержащих дополнительную информацию*

1. Сайт научной электронной библиотеки LIBRARY.RU (<http://elibrary.ru>)
2. Общероссийский математический портал Math-Net.ru (<http://www.mathnet.ru>)

Список программного обеспечения необходимого для выполнения лабораторной работы приведён базе Windows XP- Excel, Word, Matlab 2011

### **Подготовка к лабораторной работе 2. Устойчивость линейных стационарных систем. Критерий Гурвица**

*Цели и задачи лабораторной работы:* Реализовать рассмотренные на лекционных занятиях понятия с помощью алгоритма программного обеспечения MATLAB. Оценить количество шагов и эффективность алгоритма.

*Теоретические основы.* Лабораторная работа 2 относится к разделу «**Методы исследования устойчивости линейных стационарных систем**». При подготовке к занятию необходимо лекции по темам «Теоремы об устойчивости и неустойчивости линейных стационарных систем. Критерий Гурвица асимптотической устойчивости стационарных систем. Критерий Гурвица устойчивости стационарных систем»

*Ход подготовки к лабораторной работе.* Требуется изучить конспекты лекций и усвоить полученную информацию. Необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Возможно использование литературы, подобранной самим обучающимся. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме.

### **Подготовка к лабораторной работе 3. Метод-D-разбиений. Критерий Михайлова**

*Цели и задачи лабораторной работы:* Реализовать рассмотренные на лекционных занятиях понятия с помощью алгоритма программного обеспечения MATLAB. Оценить количество шагов и эффективность алгоритма.

*Теоретические основы.* Лабораторная работа 2 относится к разделу «**Методы исследования устойчивости линейных стационарных систем**». При подготовке к занятию необходимо лекции по темам «Теоремы об устойчивости и неустойчивости линейных стационарных систем. Критерий Гурвица асимптотической устойчивости стационарных систем. Критерий Гурвица устойчивости стационарных систем»

*Ход подготовки к лабораторной работе.* Требуется изучить конспекты лекций и усвоить полученную информацию. Необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Возможно использование литературы, подобранной самим обучающимся. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения

информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме.

***Подготовка к лабораторной работе 4. Критерий устойчивости по первому приближению для установившегося движения.***

*Цели и задачи лабораторной работы:* Реализовать рассмотренные на лекционных занятиях понятия с помощью алгоритма программного обеспечения MATLAB. Оценить количество шагов и эффективность алгоритма.

*Теоретические основы.* Лабораторная работа 4 относится к разделу «**Методы исследования устойчивости линейных нестационарных систем**». При подготовке к занятию необходимо проанализировать информацию по теме «Устойчивость по первому приближению. Непрерывная зависимость от правых частей, начальных данных и параметров. Интегральная непрерывность».

*Ход подготовки к лабораторной работе.* Требуется изучить конспекты лекций и усвоить полученную информацию. Необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Возможно использование литературы, подобранной самим обучающимся. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме.

***Подготовка к лабораторной работе 5. Исследование некоторых критических случаев для установившегося движения.***

*Цели и задачи лабораторной работы:* Реализовать рассмотренные на лекционных занятиях понятия с помощью алгоритма программного обеспечения MATLAB. Оценить количество шагов и эффективность алгоритма.

*Теоретические основы.* Лабораторная работа 5 относится к разделу «**Методы исследования устойчивости линейных нестационарных систем**». При подготовке к занятию необходимо проанализировать информацию по теме «Устойчивость по первому приближению. Непрерывная зависимость от правых частей, начальных данных и параметров. Интегральная непрерывность».

*Ход подготовки к лабораторной работе.* Требуется изучить конспекты лекций и усвоить полученную информацию. Необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Возможно использование литературы, подобранной самим обучающимся. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения

информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме.

**Подготовка к лабораторной работе 6. Устойчивость линейных уравнений с периодическими коэффициентами.**

*Цели и задачи лабораторной работы:* Реализовать рассмотренные на лекционных занятиях понятия с помощью алгоритма программного обеспечения MATLAB. Оценить количество шагов и эффективность алгоритма.

*Теоретические основы.* Лабораторная работа 5 относится к разделу «**Первый метод Ляпунова исследования устойчивости линейных стационарных систем**». При подготовке к занятию необходимо проанализировать информацию по теме «Характеристические числа Ляпунова. Свойства характеристических чисел. Достаточные условия асимптотической устойчивости линейных стационарных систем. Правильные системы».

*Ход подготовки к лабораторной работе.* Требуется изучить конспекты лекций и усвоить полученную информацию. Необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Возможно использование литературы, подобранной самим обучающимся. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме.

**Подготовка к лабораторной работе 7. Функции Ляпунова. Критерий Сильвестра.**

*Цели и задачи лабораторной работы:* Реализовать рассмотренные на лекционных занятиях понятия с помощью алгоритма программного обеспечения MATLAB. Оценить количество шагов и эффективность алгоритма.

*Теоретические основы.* Лабораторная работа 5 относится к разделу «**Методы исследования систем с голоморфными правыми частями**». При подготовке к занятию необходимо проанализировать информацию по теме «Ряды Ляпунова в представлении решений голоморфных уравнений и их сходимости. Теорема Ляпунова о разложении в ряд по значениям искомым функций».

*Ход подготовки к лабораторной работе.* Требуется изучить конспекты лекций и усвоить полученную информацию. Необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Возможно использование литературы, подобранной самим обучающимся. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», является наиболее эффективным

методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме.

#### ***Подготовка к лабораторной работе 8. Вычислительный метод Зубова.***

*Цели и задачи лабораторной работы:* Реализовать рассмотренные на лекционных занятиях понятия с помощью алгоритма программного обеспечения MATLAB. Оценить количество шагов и эффективность алгоритма.

*Теоретические основы.* Лабораторная работа 5 относится к разделу «**Методы исследования систем с голоморфными правыми частями**». При подготовке к занятию необходимо проанализировать информацию по теме «Ряды Ляпунова в представлении решений голоморфных уравнений и их сходимости. Теорема Ляпунова о разложении в ряд по значениям искомых функций».

*Ход подготовки к лабораторной работе.* Требуется изучить конспекты лекций и усвоить полученную информацию. Необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Возможно использование литературы, подобранной самим обучающимся. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме.

#### ***Подготовка к лабораторной работе 9. Построение функций Ляпунова с помощью связи интегралов.***

*Цели и задачи лабораторной работы:* Реализовать рассмотренные на лекционных занятиях понятия с помощью алгоритма программного обеспечения MATLAB. Оценить количество шагов и эффективность алгоритма.

*Теоретические основы.* Лабораторная работа 5 относится к разделу «**Второй метод Ляпунова исследования устойчивости линейных и нелинейных систем**». При подготовке к занятию необходимо проанализировать информацию по теме «Теоремы Ляпунова об устойчивости и неустойчивости».

*Ход подготовки к лабораторной работе.* Требуется изучить конспекты лекций и усвоить полученную информацию. Необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Возможно использование литературы, подобранной самим обучающимся. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения

информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме.

## **2. Подготовка рефератов**

Перечень тем для рефератов:

1. Производная и интеграл матрицы.
2. Экспоненциал матрицы. Нормальная форма экспоненциала матрицы.
3. Логарифм матрицы.
4. Характеристические числа решений линейных дифференциальных уравнений.
5. Правильные и неправильные системы.
6. Устойчивость характеристических чисел систем линейных дифференциальных уравнений.
7. Критерий положительности характеристических чисел.
8. Теорема Перрона.
9. Правильность треугольной линейной системы.
10. Теорема Четаева.
11. Асимптотическая устойчивость в целом.
12. Экспоненциальная устойчивость.
13. Теорема Персидского.
14. Устойчивость квазилинейных систем.
15. Орбитальная устойчивость.
16. Условная устойчивость.

Для подготовки реферату студенту необходимо следовать по следующей схеме:

- Определить и выделить проблему
- На основе первоисточников самостоятельно изучить проблему
- Провести обзор выбранной литературы
- Логично изложить материал

### **Рекомендуемая структура реферата**

- Введение — излагается цель и задачи работы, обоснование выбора темы и её актуальность. Объём: 1—2 страницы.
- Основная часть — точка зрения автора на основе анализа литературы по проблеме. Объём: 7-8 страниц.
- Заключение — формируются выводы и предложения. Заключение должно быть кратким, четким, выводы должны вытекать из содержания основной части. Объём: 1—3 страницы.
- Список используемой литературы.

## Оформление реферата

### Текст и его оформление

Размер шрифта 12—14 пунктов, гарнитура Times New Roman, обычный; интервал между строк: 1,5—2; размер полей: левого — 30 мм, правого — 10 мм, верхнего — 20 мм, нижнего — 20 мм.

Точку в конце заголовка не ставят. Заглавия всегда выделены жирным шрифтом. Обычно: 1 заголовок — шрифт размером 16 пунктов, 2 заголовок - шрифт размером 14 пунктов, 3 заголовок - шрифт размером 14 пунктов, курсив.

Расстояние между заголовками главы или параграфа и последующим текстом должно быть равно трем интервалам. Чтобы после оформления работы получить автоматическое оглавление, необходимо проставить названия глав как «Заголовок 1», «Заголовок 2», «Заголовок 3»:

Текст печатается на одной стороне страницы; сноски и примечания обозначаются либо в самом тексте, так [3, с. 55-56], либо внизу страницы<sup>1</sup>. Для оформления сносок и примечаний используются стандартные средства Microsoft Word:  
1. Синкевич А.И. Международные договоры, направленные на урегулирование вопросов гражданства. — М.: Проспект, 2000. — с. 55—56.

Все страницы нумеруются, начиная с титульного листа; цифру номера страницы ставят вверху по центру страницы; на титульном листе номер страницы не ставится. Каждый новый раздел начинается с новой страницы.

### Оглавление

Оглавление размещается после титульного листа, в котором приводятся все заголовки работы и указываются страницы, с которых они начинаются. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте.

### Оформление списка используемой литературы

- Список литературы должен быть свежим, источники 5—7 летней давности, редко можно использовать ранние труды, при условии их уникальности.
- Источники указываются в следующем порядке:
- законодательная литература, если есть;
- основная и периодическая;
- интернет-источники, если есть.

### 3. Подготовка к зачёту

При подготовке к зачёту обучающийся в короткий срок прорабатывает содержание лекций по своему конспекту и, при необходимости, по рекомендованным учебникам. На каждый вопрос обучающийся должен написать план ответа, кратко перечислить и запомнить основные факты и положения. На этапе подготовки к зачёту обучающийся систематизирует и интегрирует информацию, относящуюся к разным разделам лекционного материала, лучше понимает взаимосвязь различных фактов и положений дисциплины, восполняет пробелы в своих знаниях.

***Описание последовательности действий обучающегося  
(«сценарий изучения дисциплины»)***

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня.

2. При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции.

3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке.

4. При подготовке к лабораторным занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме лабораторной работы. При подготовке к выполнению лабораторной работы нужно сначала понять, что и как требуется сделать, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи.

**[СОДЕРЖАНИЕ](#)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ  
ДИСЦИПЛИНЫ  
«МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛЕКЦИОННЫМ ЗАНЯТИЯМ**

Лекция представляет собой систематическое устное изложение учебного материала. С учетом целей и места в учебном процессе различают лекции вводные, установочные, текущие, обзорные и заключительные. В зависимости от способа проведения выделяют лекции:

- *Информационные;*
- *Проблемные;*
- *Визуальные;*
- *бинарные (лекция-диалог);*
- *лекции-провокации;*
- *лекции-конференции;*
- *лекции-консультации;*
- *лекции-беседы;*
- *лекция с эвристическими элементами;*
- *лекция с элементами обратной связи;*
- *лекция с решением производственных и конструктивных задач;*
- *лекция с элементами самостоятельной работы студентов;*
- *лекция с решением конкретных ситуаций;*
- *лекция с коллективным исследованием;*
- *лекции спецкурсов.*

При чтении лекций по дисциплине «**Методы исследования устойчивости систем**», используются следующие способы представления материала:

- ✓ *информационные* – проводятся с использованием объяснительно иллюстративного метода изложения; это традиционный для высшей школы тип лекций;
- ✓ *проблемные* – в них при изложении материала используются проблемные вопросы, задачи, ситуации. Процесс познания происходит через научный поиск, диалог, анализ, сравнение разных точек зрения и т. д.;
- ✓ *лекции-беседы*. В названном виде занятий планируется диалог с аудиторией, это наиболее простой способ индивидуального общения, построенный на непосредственном контакте преподавателя и студента, который позволяет привлекать к двухстороннему обмену мнениями по наиболее важным вопросам темы занятия, менять темп изложения с учетом особенности аудитории. В начале лекции и по ходу ее преподаватель задает слушателям вопросы не для контроля усвоения знаний, а для выяснения уровня осведомленности по рассматриваемой проблеме. Вопросы могут быть элементарными: для того, чтобы сосредоточить внимание, как на отдельных нюансах темы, так и на проблемах. Продумывая ответ, студенты получают возможность самостоятельно прийти к выводам и обобщениям,

которые хочет сообщить преподаватель в качестве новых знаний. Необходимо следить, чтобы вопросы не оставались без ответа, иначе лекция будет носить риторический характер.

## **РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ УСТОЙЧИВОСТИ**

### **Лекция 1.**

*информационные – проводятся с использованием объяснительно иллюстративного метода изложения; это традиционный для высшей школы тип лекций.*

Темы:

Основные определения теории устойчивости:

- определение устойчивости по Ляпунову,
- асимптотическая устойчивость,
- устойчивость по части переменных.

## **РАЗДЕЛ 2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЛИНЕЙНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ.**

### **Лекция 2.**

*информационные – проводятся с использованием объяснительно иллюстративного метода изложения; это традиционный для высшей школы тип лекций*

Теоремы об устойчивости и неустойчивости линейных стационарных систем.

## **РАЗДЕЛ 2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЛИНЕЙНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ.**

### **Лекция 3.**

*лекция-беседа. планируется диалог с аудиторией, построенный на непосредственном контакте преподавателя и студента*

Критерий Гурвица асимптотической устойчивости стационарных систем.

Критерий Гурвица устойчивости стационарных систем.

## **РАЗДЕЛ 3. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЛИНЕЙНЫХ НЕСТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ.**

### **Лекция 4.**

*лекция-беседа. планируется диалог с аудиторией, построенный на непосредственном контакте преподавателя и студента*

Обобщённая лемма Гронолла и оценка возмущений.

## **РАЗДЕЛ 3. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЛИНЕЙНЫХ НЕСТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ.**

### **Лекция 5.**

*проблемные – в них при изложении материала используются проблемные вопросы, задачи, ситуации. Процесс познания происходит через научный поиск, диалог, анализ, сравнение разных точек зрения*

Устойчивость по первому приближению.

Непрерывная зависимость от правых частей, начальных данных и параметров.

Интегральная непрерывность.

#### **РАЗДЕЛ 4. ПЕРВЫЙ МЕТОД ЛЯПУНОВА ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЛИНЕЙНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ.**

##### **Лекция 6.**

*лекция-беседа. планируется диалог с аудиторией, , построенный на непосредственном контакте преподавателя и студента*

Характеристические числа Ляпунова.

Свойства характеристических чисел.

#### **РАЗДЕЛ 4. ПЕРВЫЙ МЕТОД ЛЯПУНОВА ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЛИНЕЙНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ.**

##### **Лекция 7.**

*проблемные – в них при изложении материала используются проблемные вопросы, задачи, ситуации. Процесс познания происходит через научный поиск, диалог, анализ, сравнение разных точек зрения*

Достаточные условия асимптотической устойчивости линейных стационарных систем.

Правильные системы.

#### **РАЗДЕЛ 5. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ С ГОЛОМОРФНЫМИ ПРАВЫМИ ЧАСТЯМИ.**

##### **Лекция 8.**

*лекция-беседа. планируется диалог с аудиторией, , построенный на непосредственном контакте преподавателя и студента*

Ряды Ляпунова в представлении решений голоморфных уравнений и их сходимость.

Теорема Ляпунова о разложении в ряд по значениям искомым функций.

#### **РАЗДЕЛ 6. ВТОРОЙ МЕТОД ЛЯПУНОВА ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЛИНЕЙНЫХ И НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ.**

##### **Лекция 9.**

*лекция-беседа. планируется диалог с аудиторией, , построенный на непосредственном контакте преподавателя и студента*

Теоремы Ляпунова об устойчивости и неустойчивости.

#### ***Написание конспекта лекций:***

Конспект представляет собой относительно подробное, последовательное изложение содержания прочитанного. На первых порах целесообразно в записях ближе держаться тексту, прибегая зачастую к прямому цитированию автора. В дальнейшем, по мере выработки навыков конспектирования, записи будут носить более свободный и сжатый характер.

Конспект подразделяется на части в соответствии с заранее продуманным планом. В первую очередь необходимо составить план произведения письменно или мысленно, поскольку в соответствии с этим планом строится дальнейшая работа.

Лекции являются эффективным видом занятий для формирования у студентов способности быстро воспринимать новые факты, идеи, обобщать их, а также самостоятельно мыслить.

Студенту следует научиться понимать и основную идею лекции, а также, следуя за лектором, участвовать в усвоении новых мыслей. Но для этого надо быть подготовленным к восприятию очередной темы. Время, отведенное на лекцию, можно считать использованным полноценно, если студенты понимают роль лектора, задачи лекции, если работают вместе с лектором, а не бездумно ведут конспект.

Подготовленным можно считать такого студента, который, присутствуя на лекции, усвоил ее содержание, а перед лекцией припомнил материал раздела, излагаемого на ней или просмотрел свой конспект, или учебник.

Перед лекцией необходимо прочитывать конспект предыдущей лекции, а после окончания крупного раздела курса рекомендуется проработать его по конспектам и учебникам.

Для наиболее важных дисциплин, вызывающих наибольшие затруднения, рекомендуется перед каждой лекцией просматривать содержание предстоящей лекции по учебнику с тем, чтобы лучше воспринять материал лекции. В этом случае предмет усваивается настолько, что перед экзаменом остается сделать немного для закрепления знаний.

## [СОДЕРЖАНИЕ](#)

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

### *Рекомендации по выполнению лабораторных работ*

Лабораторные работы составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся. Они направлены на формирование учебных и профессиональных практических умений. На лабораторных занятиях задания выполняются по материалам согласно плану.

До начала лабораторных занятий обучающиеся должны пройти инструктаж по технике безопасности. Перед выполнением лабораторной работы обучающийся должен изучить теоретический материал по теме лабораторной работы по основной и дополнительной литературе, ознакомиться с ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». При этом обучающийся должен учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к лабораторным занятиям необходимо ознакомиться с методическими указаниями; с порядком ее выполнения; освоить основные понятия; изучить алгоритмы; методы и технологии, необходимые для реализации этих алгоритмов; ответить на контрольные вопросы.

Отчёт по лабораторной работе оформляется в соответствии с требованиями, указанными в методических указаниях к лабораторной работе.

### *Оформление отчётов по лабораторным работам*

В течении лабораторного занятия обучающемуся необходимо выполнить индивидуальные задания, выданные преподавателем, а затем оформить выполнение работы в виде отчёта в соответствии с нижеизложенными *указаниями по оформлению отчётов*.

1. Отчеты по лабораторным работам готовятся в электронном виде.
2. Отчет должен включать титульный лист и результаты выполнения лабораторных работ за весь семестр.
3. В отчете по каждой лабораторной работе указываются:
  - формулировка задания;
  - программный код;
  - результат выполнения программы в соответствии с индивидуальным вариантом;
  - оценка количества шагов алгоритма и его эффективность.
4. Отчет по лабораторной работе оформляется в электронном виде непосредственно на лабораторном занятии в текстовом редакторе.

## РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ УСТОЙЧИВОСТИ

### **Лабораторная работа №1**

Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая устойчивость, устойчивость по части переменных.

*Цели и задачи лабораторной работы:* Реализовать рассмотренные на лекционных занятиях понятия с помощью алгоритма программного обеспечения MATLAB. Оценить количество шагов и эффективность алгоритма.

### **Задания**

1. Изучить теоретические сведения.
2. Запустить систему MATLAB.
3. Создать ss-объекта, в соответствии с заданным вариантом.
4. Определить устойчивость системы.
5. Определить устойчивость системы с полной обратной связью.
6. Построить графики динамики системы при ненулевых начальных условиях.
7. Оформить отчет.
8. Сдать отчет преподавателю и защитить лабораторную работу.

### **Отчет о работе**

Отчет оформляется в электронном виде в текстовом редакторе:

1. Титульный лист
2. Наименование и цель работы.
3. Порядок и результаты определения асимптотической устойчивости заданной системы и системы с управлением с полной обратной связью методами функций Ляпунова и Раусса-Гурвица.
4. Анализ результатов и выводы.

### **Контрольные вопросы**

1. Дать определение устойчивости Ляпунова и асимптотической устойчивости.
2. Покажите, что для линейных систем всегда можно найти функцию Ляпунова.

## **РАЗДЕЛ 2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЛИНЕЙНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ.**

### **Лабораторная работа №2.**

Устойчивость линейных стационарных систем.

Критерий Гурвица.

*Цели и задачи лабораторной работы:* Реализовать рассмотренные на лекционных занятиях понятия с помощью алгоритма программного обеспечения MATLAB. Оценить количество шагов и эффективность алгоритма.

#### **Задания**

Работа выполняется с помощью пакета прикладных программ MatLab. Для экспериментального определения критического значения исследуемого параметра его необходимо изменить в несколько раз по сравнению с исходным и проанализировать полученные переходные процессы. Если при одном параметре система была устойчива, а при другом - неустойчива, то критическое значение находится внутри выделенного интервала, и найти его можно, например, методом половинного деления. Наличие незатухающих колебаний постоянной амплитуды на выходе свидетельствует о положении системы на границе устойчивости.

#### **Порядок выполнения работы**

Исследование разомкнутой системы

1. Набрать модель исследуемой разомкнутой системы, параметры которой приведены в таблице 1 в соответствии со своим номером варианта.

2. Подавая на вход единичное скачкообразное воздействие, зарисовать переходные процессы в системе при заданных параметрах.

3. Экспериментально определить критическое значение коэффициента передачи  $k_1$ , т.е. такие значения, при которых система находится на границе устойчивости. Сравнить их с расчетными значениями, найденными с помощью критериев Гурвица и Михайлова.

4. Построить переходный процесс при  $k_1 = 0.8 k_{1кр}$ , исследовать полученную систему с помощью критериев Гурвица и Михайлова, проанализировать результаты.

5. Увеличить коэффициент  $T_3$  в два раза по сравнению с исходным значением и определить  $k_{1кр}$ . Затем уменьшить  $T_3$  в два раза и найти  $k_{1кр}$ . Построить зависимость  $k_{1кр} = k_{1кр}(T_3)$ .

6. Найти экспериментальное критическое значение  $T_{3кр}$ . Сравнить с  $T_{3кр}$ , рассчитанным с помощью критерия Гурвица.

7. Воспользовавшись критерием Михайлова, найти  $T_{1кр}$ . Определить критические значения  $T_{1кр}$  экспериментально и проанализировать результаты

### ***Контрольные вопросы***

Теоремы об устойчивости и неустойчивости линейных стационарных систем.

Критерий Гурвица асимптотической устойчивости стационарных систем.

Критерий Гурвица устойчивости стационарных систем

## **РАЗДЕЛ 2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЛИНЕЙНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ.**

### **Лабораторная работа №3.**

Метод-D-разбиений.

Критерий Михайлова

*Цели и задачи лабораторной работы:* Реализовать рассмотренные на лекционных занятиях понятия с помощью алгоритма программного обеспечения MATLAB. Оценить количество шагов и эффективность алгоритма.

### **Отчет о работе**

Отчет оформляется в электронном виде в текстовом редакторе:

1. Наименование и цель работы.
2. Порядок и результаты определения асимптотической устойчивости по критерию Михайлова и методом D-разбиений
3. Анализ результатов и выводы.

### ***Контрольные вопросы***

Теоремы об устойчивости и неустойчивости линейных стационарных систем. К

ритерий Гурвица асимптотической устойчивости стационарных систем.

Критерий Гурвица устойчивости стационарных систем

## **РАЗДЕЛ 2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЛИНЕЙНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ.**

### **Лабораторная работа №4.**

Критерий устойчивости по первому приближению для установившегося движения.

*Цели и задачи лабораторной работы:* Реализовать рассмотренные на лекционных занятиях понятия с помощью алгоритма программного обеспечения MATLAB. Оценить количество шагов и эффективность алгоритма.

### **Отчет о работе**

Отчет оформляется в электронном виде в текстовом редакторе:

1. Наименование и цель работы.
2. Порядок и результаты определения асимптотической устойчивости по первому приближению.
3. Анализ результатов и выводы.
4. Провести сравнительный анализ с методами примененными в лабораторных работах 1-3

### ***Контрольные вопросы***

Устойчивость по первому приближению.

Непрерывная зависимость от правых частей, начальных данных и параметров.

Интегральная непрерывность.

## **РАЗДЕЛ 3. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЛИНЕЙНЫХ НЕСТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ.**

### **Лабораторная работа №5.**

Исследование некоторых критических случаев для установившегося движения.

*Цели и задачи лабораторной работы:* Реализовать рассмотренные на лекционных занятиях понятия с помощью алгоритма программного обеспечения MATLAB. Оценить количество шагов и эффективность алгоритма.

### **Отчет о работе**

Отчет оформляется в электронном виде в текстовом редакторе:

1. Наименование и цель работы.
2. Порядок и результаты исследования некоторых критических случаев для установившегося движения
3. Анализ результатов и выводы.

### ***Контрольные вопросы***

Устойчивость по первому приближению.

Непрерывная зависимость от правых частей, начальных данных и параметров.

Интегральная непрерывность.

## **РАЗДЕЛ 4. ПЕРВЫЙ МЕТОД ЛЯПУНОВА ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ**

## **ЛИНЕЙНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ.**

### **Лабораторная работа №6**

Устойчивость линейных уравнений с периодическими коэффициентами.

*Цели и задачи лабораторной работы:* Реализовать рассмотренные на лекционных занятиях понятия с помощью алгоритма программного обеспечения MATLAB. Оценить количество шагов и эффективность алгоритма.

### **Отчет о работе**

Отчет оформляется в электронном виде в текстовом редакторе:

1. Наименование и цель работы.
2. Порядок и результаты исследования устойчивости линейных уравнений и устойчивости линейных уравнений с периодическими коэффициентами
3. Анализ результатов и выводы.

### ***Контрольные вопросы***

При подготовке к занятию необходимо проанализировать информацию по теме «

Характеристические числа Ляпунова.

Свойства характеристических чисел.

Достаточные условия асимптотической устойчивости линейных стационарных систем.

Правильные системы.

## **РАЗДЕЛ 5. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ С ГОЛОМОРФНЫМИ ПРАВЫМИ ЧАСТЯМИ**

### **Лабораторная работа №7**

Функции Ляпунова.

Критерий Сильвестра.

*Цели и задачи лабораторной работы:* Реализовать рассмотренные на лекционных занятиях понятия с помощью алгоритма программного обеспечения MATLAB. Оценить количество шагов и эффективность алгоритма.

#### **Отчет о работе**

Отчет оформляется в электронном виде в текстовом редакторе:

1. Наименование и цель работы.
2. Порядок и результаты исследования систем с голоморфными правыми частями методами Ляпунова и Сильвестра.
3. Анализ результатов и выводы.

#### ***Контрольные вопросы***

Ряды Ляпунова в представлении решений голоморфных уравнений и их сходимость.

Теорема Ляпунова о разложении в ряд по значениям искомых функций».

## **РАЗДЕЛ 5. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ С ГОЛОМОРФНЫМИ ПРАВЫМИ ЧАСТЯМИ**

### **Лабораторная работа №8**

Вычислительный метод Зубова.

*Цели и задачи лабораторной работы:* Реализовать рассмотренные на лекционных занятиях понятия с помощью алгоритма программного обеспечения MATLAB. Оценить количество шагов и эффективность алгоритма.

#### **Отчет о работе**

Отчет оформляется в электронном виде в текстовом редакторе:

1. Наименование и цель работы.
2. Порядок и результаты исследования систем с голоморфными правыми частями методом Зубова
3. Анализ результатов и выводы.
4. Сравнение алгоритмов решения примененными методами Ляпунова и Зубова

#### ***Контрольные вопросы***

Ряды Ляпунова в представлении решений голоморфных уравнений и их сходимость.

Теорема Ляпунова о разложении в ряд по значениям искомых функций».

## **РАЗДЕЛ 6. ВТОРОЙ МЕТОД ЛЯПУНОВА ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЛИНЕЙНЫХ И НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ.**

### **Лабораторная работа №9**

Построение функций Ляпунова с помощью связки интегралов.

*Цели и задачи лабораторной работы:* Реализовать рассмотренные на лекционных занятиях понятия с помощью алгоритма программного обеспечения MATLAB. Оценить количество шагов и эффективность алгоритма.

### **Отчет о работе**

Отчет оформляется в электронном виде в текстовом редакторе:

1. Наименование и цель работы.
2. Порядок и результаты исследования устойчивости систем с помощью связки интегралов.
3. Анализ результатов и выводы.
4. Сравнение алгоритмов решения примененными методами Ляпунова и Зубова

### ***Контрольные вопросы***

Теоремы Ляпунова об устойчивости и неустойчивости.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМ»**

### **Вопросы к зачёту.**

1. Определение устойчивости по Ляпунову.
2. Определение устойчивости по части переменных.
3. Определение асимптотической устойчивости по Ляпунову.
4. Теоремы об устойчивости стационарных систем.
5. Теоремы о неустойчивости стационарных систем.
6. Критерий Гурвица асимптотической устойчивости стационарных систем.
7. Критерий Гурвица устойчивости стационарных систем.
8. Обобщенная лемма Гронуолла.
9. Устойчивость по первому приближению.
10. Непрерывная зависимость решения от правых частей, начальных данных и параметров.
11. Характеристические числа Ляпунова и их свойства.
12. Достаточные условия асимптотической устойчивости линейных стационарных систем.
13. Ряды Ляпунова в представлении решений голоморфных уравнений и их сходимости.
14. Теорема Ляпунова о разложении в ряд по значениям искомым функций.
15. Теоремы Ляпунова об устойчивости.
16. Теоремы Ляпунова о неустойчивости.

### **СОДЕРЖАНИЕ**

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Выпускник по направлению подготовки 010400 Прикладная математика и информатика Самарского государственного технического университета отвечает следующим требованиям:

- имеет целостное представление о процессах и явлениях, происходящих в неживой и живой природе, понимает возможности современных научных методов познания природы и владеет ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций;
- способен продолжить обучение в аспирантуре, вести профессиональную деятельность в иноязычной среде;
- владеет культурой мышления, знает его общие законы, способен в письменной и устной речи правильно (логически) оформить его результаты;
- умеет на научной основе организовать свой труд, владеет компьютерными методами сбора, хранения и обработки (редактирования) информации, применяемые в сфере его профессиональной деятельности;
- способен в условиях развития науки и изменяющейся социальной практики к переоценке накопленного опыта, анализу своих возможностей, умеет приобретать новые знания, обучаться в аспирантуре, использовать другие формы обучения, включая самостоятельные и информационно образовательные технологии;
- понимает сущность и социальную значимость своей будущей профессии, основные проблемы дисциплин, определяющих конкретную область его деятельности, видит их взаимосвязь в целостной системе знаний;
- способен к проектной деятельности в профессиональной сфере на основе системного подхода, умеет строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ;
- способен поставить цель и сформулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций, умеет использовать для их решения методы изученных им наук;
- готов к кооперации с коллегами и работе в коллективе, знаком с методами управления, умеет организовать работу исполнителей, находить и принимать управленческие решения в условиях различных мнений, знает основы педагогической деятельности;
- методически и психологически готов к изменению вида и характера своей профессиональной деятельности, работе над междисциплинарными проектами;
- знает основные тенденции развития современными естествознания, принципы математического моделирования и его применения в исследовании физических, химических, биологических, экологических процессов;
- способен к совершенствованию своей профессиональной деятельности в области математики, программирования.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие (приводится библиографическое описание учебника, учебного пособия)	Ресурс НТБ СамГТУ	Кол-во экз.
1.	Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений . М.: ЛИБРОКОМ, 2009. 237 с.	517.91(075.8) П-308	1
2	Краснов М.Л. ,Киселёв А.И., Макаренко Г.Г. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: ЛИБРОКОМ, 2009. 253 с.	517.91(075.8) К-782	1

### Дополнительная литература

№ п/п	Учебник, учебное пособие, монография, справочная литература (приводится библиографическое описание)	Ресурс НТБ СамГТУ	Кол-во экз.
1.	Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.:ЛИБРОКОМ, 2009. 447 с.	517.91(075.8) Ф-337	1
2	Голубева Н. Д. Обыкновенные дифференциальные уравнения [Текст] : лекции и упражнения: Учеб.пособие / Н. Д. Голубева ; соавт. М. Е. Лернер. - Самара : [б. и.], 2005 - .Ч.1. - 80 с.	517.9(075.8) Г-621	23

### Периодические издания

перечень отраслевых периодических изданий по профилю дисциплины, имеющих в НТБ СамГТУ:

Вестник Самарского государственного технического университета. Серия физико-математические науки.

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет»

1. Сайт научной электронной библиотеки LIBRARY.RU (<http://elibrary.ru>)
2. Общероссийский математический портал Math-Net.ru (<http://www.mathnet.ru> )

### СОДЕРЖАНИЕ

**Павлова Галина Александровна**

**Методические указания по дисциплине «Методы исследования устойчивости систем»**

Электронные методические указания

Компьютерная верстка Е. В. Башкинова

Подписано для размещения в электронной библиотеке СамГТУ 25.12.2014

Формат 60x84  $\frac{1}{8}$ .

Усл. п. л. 3,26. Уч. -изд. л. 3,72.

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Самарский государственный технический университет»

443100. Самара, ул. Молодогвардейская, 244.

Главный корпус.

E-mail [radch@samgtu.ru](mailto:radch@samgtu.ru)