

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 28.08.2024 08:08:41  
Уникальный программный ключ:  
891934b8c2cf7b6350cbe51cdda3096e877fa1f3

МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра теории управления и оптимизации			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2 «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления»			
Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 1 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

И.В. Бычков

« 26 » 06 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)\*

### 2.1.2.2 «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления»

**Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование,  
численные методы и комплексы программ**

**Направленность (профиль) – Математическое моделирование,  
численные методы и комплексы программ**

Высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения  
очная

Челябинск, 2023

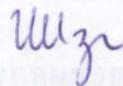
\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра теории управления и оптимизации			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2 «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 2 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Программа по дисциплине «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления» составлена в соответствии с паспортом научной специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ и федеральными государственными требованиями (уровень образования: высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации), утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 года № 951.

Разработчики программы:

И.о. заведующего кафедрой теории управления и оптимизации,  
 кандидат физико-математических наук,  
 доцент



И.В. Изместьев

Программа одобрена на заседании кафедры теории управления и оптимизации от « 04 » 05 2023 г., протокол № 13 .

Программа утверждена на заседании Ученого совета математического факультета от « 15 » 05 2023 г., протокол № 9 .

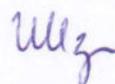
Согласовано

Декан математического факультета



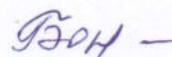
Е.А. Сбродова

И.о. заведующего кафедрой  
 теории управления и оптимизации



И.В. Изместьев

Заведующий отделом аспирантуры  
 и докторантуры



Н.В. Бочкарева

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2 «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления»			
Научная специальность – 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 3 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

**Аннотация программы:** в рамках дисциплины рассматриваются основные положения и методы теории устойчивости и теории колебаний, которые могут быть применены для качественного анализа управляемых систем.

### 1. Цели и задачи освоения дисциплины.

**Цели дисциплины:** состоит в обучении аспирантов основным понятиям, положениям и методам теории устойчивости и теории колебаний нелинейных систем управления.

**Задачи дисциплины:** состоят в углублении и систематизации знаний аспирантов, а также в совершенствовании навыков решения задач управления нелинейными системами.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления» является дисциплиной по выбору. Преподавание дисциплины осуществляется на первом курсе (2 семестр). Общая трудоемкость дисциплины, в том числе и промежуточная аттестация, составляет 2 зачетных единицы/72 часа, из них контактная работа с преподавателем составляет - 0,5 зачетных единиц/18 часов (лекции – 6 часов, практические – 12 часов), самостоятельная работа – 1,47 зачетных единиц/53 часа, контроль – 0,03 зачетных единиц/1 час.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой математической подготовкой и навыками владения современными вычислительными средствами. Обучаемый должен обладать знаниями по следующим курсам: математический анализ, алгебра, дифференциальные уравнения, в рамках университетского курса.

Дисциплина «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления» призвана помочь аспирантам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для подготовки к кандидатскому экзамену, выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение кандидатской диссертации, а также навыками качественного анализа систем управления.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

**Математический факультет**  
**Кафедра теории управления и оптимизации**

Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2 «Устойчивость и колебания  
нелинейных систем управления»

Научная специальность – 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ  
Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Версия документа - 1

Стр. 4 из 16

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

**Требования к «входным» знаниям, умениям и опыту деятельности обучающегося,  
необходимые при изучении дисциплины**

<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
основные методы научно-исследовательской деятельности	выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач	навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования
цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации	составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов	систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме
базовые понятия математики, изучаемые в рамках университетского курса, а также навыки владения современными вычислительными средствами	решать стандартные задачи, применять известные математические модели	основными понятиями математического анализа, алгебры, дифференциальных уравнений

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

<b>Результаты обучения по дисциплине</b>	
знать	основные результаты в теории устойчивости, теории колебаний и теории управления
	особенности построения управления в нелинейных системах
уметь	решать задачи управления нелинейными системами
	исследовать нелинейные управляемые системы на устойчивость
владеть	методами и подходами теории устойчивости и теории колебаний применительно к нелинейным управляемым системам.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2 «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления»			
Научная специальность – 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 5 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Вид работы	Семестр				Всего
	1	2	3	4	
Общая трудоёмкость, акад. часов		72			72
Контактная работа:		18			18
Лекции, акад. часов		6			6
Практические (семинары), акад. часов		12			12
Лабораторные работы, акад. часов		-			-
Самостоятельная работа, акад. часов		53			53
Контроль		1			1
Вид контроля (зачёт, экзамен)		зачет			

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Количество часов					Самостоятельная работа	Форма текущего контроля
		Всего	Контактная работа					
			Лекции	Практические, семинары	Лаб. работы	Контроль		
1	Элементы теории устойчивости	36	3	6			27	инд. задания, конспект
2	Параметрические и нелинейные колебания	35	3	6			26	инд. задания, конспект
	Контроль	1				1		
	<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>6</b>	<b>12</b>		<b>1</b>	<b>53</b>	

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Элементы теории устойчивости	Устойчивость систем управления Определение и условия устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2 «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления»			
Научная специальность – 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 6 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

		Частотные критерии устойчивости. Определение области устойчивости.
2	Параметрические и нелинейные колебания	Системы с параметрическими колебаниями и качественные методы их исследования. Системы с автоколебаниями и качественные методы их исследования. Асимптотические методы исследования параметрических колебаний. Асимптотические методы исследования нелинейных колебаний и автоколебаний

## 5. Образовательные технологии

- информационно-коммуникационные технологии;
- исследовательские методы в обучении;
- интерактивные технологии;
- применение новых методов обучения, связанных с использованием возможностей виртуальной информационной среды (мультимедийные технологии).

В соответствии с утвержденной основной образовательной программой по научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (направленность (профиль) - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ) программа дисциплины «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления» предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков у обучающихся. Эффективность применения интерактивных форм обучения обеспечивается реализацией следующих условий:

- создание диалогического пространства в организации учебного процесса;
- использование принципов социально-психологического обучения в учебной и научной деятельности;
- формирование психологической готовности преподавателей к использованию интерактивных форм обучения, направленных на развитие внутренней активности аспиранта и достижения ряда важнейших образовательных целей: стимулирование мотивации и интереса в области математики.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

**Математический факультет**  
**Кафедра теории управления и оптимизации**

Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2 «Устойчивость и колебания  
нелинейных систем управления»

Научная специальность – 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ  
Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Версия документа - 1

Стр. 7 из 16

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

ческого моделирования, численных методов и комплексов программ; повышение уровня активности и самостоятельности научно-исследовательской работы; развитие навыков анализа, критичности мышления, научной коммуникации.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

### 6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления»

№	Контролируемые разделы дисциплины	Результаты обучения	Наименование оценочного средства
1	Элементы теории устойчивости	<b>знать:</b> основные понятия и принципы теории устойчивости; <b>уметь:</b> проводить анализ управляемых систем с использованием математических моделей; <b>владеть:</b> методами анализа устойчивости управляемых систем.	вопросы к зачету
2	Параметрические и нелинейные колебания	<b>знать:</b> теорию параметрических и нелинейных колебаний в механических системах; <b>уметь:</b> качественно исследовать параметрические и нелинейные колебания в механических системах; <b>владеть:</b> методами количественного исследования параметрических и нелинейных колебаний в механических системах.	вопросы к зачету

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2 «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления» Научная специальность – 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 8 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

## 6. 2. Оценочные средства

### *Текущий контроль*

В качестве основного оценочного средства текущего контроля используется проверка индивидуальных заданий по самостоятельной работе: изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов.

### *Промежуточная аттестация*

#### *Вопросы дифференцированного зачета*

1. Устойчивость систем управления.
2. Определение и условия устойчивости.
3. Алгебраические критерии устойчивости.
4. Частотные критерии устойчивости.
5. Определение области устойчивости.
6. Системы с параметрическими колебаниями и качественные методы их исследования.
7. Системы с автоколебаниями и качественные методы их исследования.
8. Асимптотические методы исследования параметрических колебаний.
9. Асимптотические методы исследования нелинейных колебаний и автоколебаний.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене/зачете.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2 «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления» Научная специальность – 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 9 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

### 6.3. Критерии оценивания результатов обучения

На дифференцированном зачете аспирант отвечает на два теоретических вопроса. Время для подготовки ответа – 30 минут.

Оценивание результатов обучения проводится по пятибалльной шкале:

**«Отлично»** (5 баллов) – Аспирантом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленные вопросы, в котором он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы. Аспирант достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса.

**«Хорошо»** (4 балла) – Аспирантом дан развернутый ответ на поставленные вопросы, в котором студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу. Аспирант дает аргументированные ответы, приводит примеры. В изложении материала присутствует логичность и последовательность. Однако допускается неточность в ответе.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2 «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления» Научная специальность – 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 10 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

**«Удовлетворительно»** (3 балла) – Аспирантом дан ответ, свидетельствующий о знании основных понятий изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных положений теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно логичным и последовательным изложением материала.

**«Неудовлетворительно»** (1-2 балла) – Аспирантом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание основных понятий изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных положений теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, отсутствием логичности и последовательности изложения материала. Выводы поверхностны. Аспирант не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся:

а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме на языке Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);

б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);

в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно на языке Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) может проводиться в несколько этапов.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2 «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления»			
Научная специальность – 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 11 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

**Самостоятельная работа** аспирантов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе и самостоятельного решения задач с дальнейшим их разбором или обсуждением на аудиторных занятиях. Во время самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечены доступом к базам данных и библиотечным фондам и доступом к сети Интернет.

Самостоятельная работа способствует:

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

Самостоятельная работа аспирантов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов.

### **Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся:**

Самостоятельная работа аспиранта является показателем научного потенциала, умения работы с литературными источниками и нормативными актами, материалами научной и педагогической практики, способности аспиранта к самостоятельному анализу проблемных вопросов. Она состоит в изучении учебной и научной литературы, в выполнении заданий для самостоятельной работы.

Аспиранты очной, а также и заочной форм обучения изучают и нарабатывают теоретический и практический материал по большей части самостоятельно. На кафедре теории управления и оптимизации в списке рекомендованной литературы предложен значительный объем учебной и научной литературы, следовательно, аспиранту необходимо как можно чаще обращаться к фондам научных библиотек, а также и к периодической литературе, следить за новинками в области теории управления. При изучении научной, учебной литературы необходимо сопоставить содержание имеющейся в наличии литературы с программой кандидатского экзамена по специальности. В случае отсутствия того или иного источника литературы, необходимо обратиться к фондам Российской государственной библиотеки (г. Москва). Аспирант дол-

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2 «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления»			
Научная специальность – 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 12 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

жен провести тщательную подготовительную работу с научной литературой по своей специальности, освоить теоретические, общие и частнонаучные методы поиска.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

### Основная литература

(\* литература, имеющаяся в библиотеке ЧелГУ или электронной библиотечной системе; \*\* литература, имеющаяся в электронной библиотечной системе)

1. \*\* Андронов, А.А. Теория колебаний / А.А. Андронов, А.А. Витт, С.Э. Хайкин. – М.: Наука, Физматлит, 1981. – 914 с.

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=123658>

2. \*\* Гребенщиков, Б.Г. Устойчивость и оптимальная стабилизация систем дифференциальных уравнений: учебное пособие / Б.Г. Гребенщиков, Н.В. Гредасова, А.Б. Ложников, А.Н. Сесекин, О.Г. Матвийчук; науч. ред. А.Ф. Шориков. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2016. – 123 с.

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=689068>

3. \* Алеева, С.Р. Избранные главы теории дифференциальных уравнений с приложением к теории дифференциальных игр: учебное пособие / С.Р. Алеева, И.В. Измestьев, В.И. Ухоботов. – Челябинск: Издательство Челябин-

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2 «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления»			
Научная специальность – 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 13 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

ского государственного университета, 2021. – 138 с.

### Дополнительная литература

1. \*\*Егоров, А.И. Основы теории управления / А.И. Егоров. – М.: Физматлит, 2007. – 506 с.

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76677>

2. \*\*Арнольд, В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения: учебник / В.И. Арнольд. – М.: МЦНМО, 2020. – 341 с.

<https://e.lanbook.com/book/267635>

### Электронные фонды и ресурсы

Средством доступа к системе собственных электронных ресурсов является сайт библиотеки [www.lib.csu.ru](http://www.lib.csu.ru). Электронный каталог обеспечивает полное и оперативное представление о библиотечном фонде, повышает качество и эффективность поиска информации – более ,5 млн. записей.

1. *Электронный каталог. Библиографические базы данных.*

Книги, электронные ресурсы, диссертации и авторефераты.

2. *Электронная библиотека.*

Издания ЧелГУ, УМК; диссертации, защищенные в советах ЧелГУ, резервные коллекции, фонд редких книг, электронный справочник «Информио», статистические издания России и стран СНГ.

3. *Реферативные*

Базы данных ИНИОН РАН, базы данных ВИНТИ, Scopus (<http://www.scopus.com>), Science (архив).

4. *Полнотекстовые*

Базы данных диссертаций РГБ, АРБИКОН, SIGLA, научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>, подписка на полнотекстовую коллекцию российских научных журналов (20-205, 48 наименований), издательств: Taylor&Francis, Sage Publications (архив научных журналов); Springer, Wiley (<http://onlinelibrary.wiley.com>).

5. *Электронно-библиотечные системы с возможностью*

пользования лицензионными материалами из любой точки, имеющей доступ к сети Интернет (регистрация из сети университета персонального аккаунта): Университетская библиотека онлайн ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)), Лань ([www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)).

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2 «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления»			
Научная специальность – 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 14 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

### Интернет-ресурсы

1. Moodle [Электронный ресурс]: система дистанционного обучения : [база данных] / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, [б.г.]. – Доступ из сети ЧелГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.uio.csu.ru/login/index.php>.

2. Реферативная база по математике MathSciNet (<https://mathscinet.ams.org/mathscinet/>) Mathematical Reviews (MR) : реферативная база данных / American Mathematical Society.– Яз. рус., англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – URL: <http://www.ams.org/mathscinet/>

### Лицензионное программное обеспечение по дисциплине (модулю)

№ п/п	Название	Условия использования	Количество
1	Adobe Reader	Свободное пользование	27 шт.
2	Microsoft Office 2013	На основании лицензии № 64213456	27 шт.

## 8. Материально-техническое обеспечение

Для проведения занятий по дисциплине «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления», предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам, обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, а также эффективное выполнение выпускной квалификационной работы (диссертации):

– лекционные аудитории, оснащенные мультимедийными комплексами на основе антивандальной трибуны;

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2 «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления» Научная специальность – 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 15 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

– специализированные компьютерные классы с подключенным к ним периферийным устройством и оборудованием;

– методические материалы для проведения самостоятельной работы по дисциплине.

Университет располагает компьютерными классами, объединенными в локальную сеть, выходом в Интернет, оснащенными современными высокопроизводительными компьютерами. Поддерживается собственный сайт: <http://csu.ru>.

Для получения высшего образования по программам аспирантуры инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья в университете имеются аудитории, оснащенные следующим оборудованием:

Название кабинета	Оборудование
Тифлотехническая аудитория, кабинет А-28 первого учебного корпуса	Тифлотехнические средства: брайлевский компьютер с дисплеем и принтером, тифлокомплекс «Читающая машина», телевизионное увеличивающее устройство, тифломагнитолы кассетные (3 шт.) и цифровые диктофоны (6 шт.). Специальное программное обеспечение: программа речевой навигации JAWS, речевые синтезаторы («говорящая мышь»), экранные лупы.
Сурдотехническая аудитория, кабинет А-27 первого учебного корпуса	радиокласс «Сонет-Р» (на 6 человек), программируемые слуховые аппараты (6 шт.) индивидуального пользования с устройством задания режима работы на компьютере, аудиотехника.
Аудитория адаптивных информационных технологий, кабинет А-27 первого учебного корпуса	Компьютерный класс на 2 мест, интерактивная доска ActiveBoard с системой голосования, акустический усилитель и колонки, мультимедийный проектор, телевизор, видеомагнитофон, устройство видеоконференцсвязи VCON HD3000.

Все указанные в настоящей рабочей программе дисциплины методическое и техническое обеспечение учебного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляется Региональным учебно-научным центром инклюзивного образования ЧелГУ.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.2 «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления» Научная специальность – 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 16 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

При изучении данной дисциплины используются лекционные, практические занятия и самостоятельная работа аспиранта. На лекционных занятиях преподаватель излагает основное содержание тем программы. Проработку лекционного материала студенту желательно проводить как после каждого занятия, так и по завершению темы. Это позволит связать воедино полученные сведения и составить единую картину.

На практических занятиях происходит углубление теоретических знаний аспирантов, развитие практических умений и навыков. Рекомендуется перед каждым практическим занятием выполнить домашнее задание, что позволит лучше усвоить предыдущий материал, и изучить лекционный материал по предстоящей теме. Аспиранту желательно проявлять активное участие на лекционных занятиях, задавать вопросы, поскольку умение обосновывать свою точку зрения, нахождение компромиссного решения в этически выдержанной дискуссии не только важно для лучшего усвоения материала, но и ценится в реальной жизни.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение аспиранта и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, видеохостинг YouTube, форумы, электронная почта и др.).

Большую часть времени аспиранту самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Аспиранты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, мессенджеров, социальных сетей и т.п.