



### **Рабочая программа дисциплины (модуля)**

#### **Б1.В.ДВ.04.03 Введение в качественную теорию динамических систем второго порядка**

»

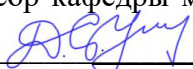
направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика  
направленность «Системное программирование и компьютерные технологии»

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

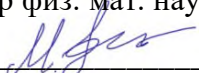
Майкоп, 2020

Факультет (институт) математики и компьютерных наук

Кафедра математического анализа и методики преподавания математики

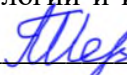
Составитель программы кандидат физико-математических наук, профессор кафедры математического анализа и методики преподавания математики Ушхо Д.С. 

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры математического анализа и методики преподавания математики от «30» июня 2020 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой: доктор физ. мат. наук,  
профессор М.М.Шумафов 

Согласовано:

Председатель УМК факультета:

доцент кафедры прикладной математики, информационных технологий и информационной безопасности, кандидат пед. наук, доцент Ш.Т. Меретуков 

## Содержание

	стр.
Пояснительная записка	5
1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	5
2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы	7
3. Содержание дисциплины (модуля)	8
4. Самостоятельная работа обучающихся	10
5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	11
6. Образовательные технологии	12
7. Методические рекомендации по дисциплине (модулю)	12
8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов	14
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	15
10. Лист регистрации изменений	16

### **Пояснительная записка**

Рабочая программа дисциплины (модуля) Б1.В.ДВ.04.03 «Введение и качественную теорию динамических систем 2-го порядка» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Дисциплина (модуль) «Введение в качественную теорию динамических систем 2-го порядка» относится к дисциплинам по выбору в части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин учебного плана.

Для освоения дисциплины (модуля) «Введение в качественную теорию динамических систем 2-го порядка» необходимы знания, умения и владения, сформированные в ходе изучения следующих дисциплин и прохождения практик: математический анализ, дифференциальные уравнения, алгебра, геометрия.

Трудоемкость дисциплины: 5 з.е./ 180 ч.;

контактная работа: 27,25

занятия лекционного типа – ч.,

занятия семинарского типа (семинары) – 26 ч.,

контроль самостоятельной работы – 1 ч.,

иная контактная работа – 0,25 ч.,

контролируемая письменная работа – 0 ч.,

СР – 175,75 ч.,

контроль – зачет.

*Ключевые слова: динамическая система, состояние равновесия, особая точка, фазовая траектория.*

#### **1. Цели и задачи дисциплины (модуля).**

Цель дисциплины (модуля):

Задачи дисциплины (модуля):

Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий (ПК-1);

Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности (ОПК-1);

Показателями компетенций являются:

#### *Знания*

По окончании данного курса студенты должны знать основные определения и методы исследования на устойчивость дифференциальных уравнений и систем.

#### *Умения*

По окончании данного курса студенты должны приобрести умения применять изученные методы исследования на устойчивость при решении практических задач и в других разделах математики.

#### *Навыки*

По окончании данного курса студенты должны уверенно интегрировать линейные дифференциальные системы, вычислять характеристические показатели скалярных и матричных функций, составлять функции Ляпунова, решать прикладные задачи.

Таблица 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

<b>Компетенция</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Результаты обучения</b>
ПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ПК-1.1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий	Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук
	ПК-1.2 Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в области программирования и информационных технологий	Умеет использовать их в профессиональной деятельности
	ПК-1.3. Владеет практическим опытом научно-исследовательской деятельности в области программирования и информационных технологий	Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний
ОПК-1Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук	Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук
	ОПК-1.2 Умеет использовать их в профессиональной деятельности	Умеет использовать их в профессиональной деятельности
	ОПК-1.3 Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний	Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний

## 2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы.

Таблица 2. Объем дисциплины (модуля) общая трудоемкость: 53.е. / 180ч.

Форма обучения очная

Виды учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах			
		7			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180			
Контактная работа:	27.3	27.3			
занятия лекционного типа					
занятия семинарского типа (ЛР)	26	26			
контроль самостоятельной работы	1	1			
иная контактная работа	0.25	0.25			
контролируемая письменная работа					
контроль					
Самостоятельная работа (СР)	152,75	152,75			
Курсовая работа (проект)					
Вид промежуточного контроля (зачет, эк-замен, диф. зачет)	зачет	зачет			

### 3. Содержание дисциплины (модуля).

Таблица 3. Распределение часов по темам и видам учебной работы

Форма обучения очная

Семестр 7

Номер раздела	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Объем в часах					
		Всего	Л	ЛЗ	ксп	ср	иная работа+ контроль
Модуль 1. Основные понятия качественной теории дифференциальных уравнения	Тема 1. Динамические системы в плоской области, их геометрическое и механическое интерпретации.	10		4		2	4
	Тема 2. Поворот векторного поля. Направления стремления траектории к простым состояниям равновесия.	6		2		2	2
	Тема 3. Простые состояния равновесия. Условия различия простых состояний равновесия.	6		2		2	2
	Тема 4. Индекс Пуанкаре состояния равновесия динамической системы второго порядка	10		4		2	4
	Тема 5. Критерий Дюлака, Бендиксона. Топографиче-	10		4		2	4

	ская система Пуанкаре						
Модуль 2. Пределные циклы и алгебраические интегралы двумерных автономных систем.	Тема 6. Пределные циклы, характеристический показатель цикла. Устойчивость предельных циклов.	6		2		2	2
	Тема 7. Рождение предельного цикла из особой точки типа «сложный фокус».	6		2		2	2
	Тема 8. Построение всего множества дифференциальных систем, имеющих заданную инвариантную кривую.	6		2		2	2
	Тема 9. Алгебраические предельные циклы, инвариантные прямые автономных систем второго порядка.	12		4	1	2	4.7+03
Итого:		72		26	1	18	26.7+0.3

#### 4. Самостоятельная работа обучающихся.

Цели самостоятельной работы – освоить те разделы дисциплины, которые не были затронуты в процессе аудиторных занятий, но предусмотрены рабочей программой, а также расширить границы получаемых знаний, умений и навыков (владений) в процессе дополнительного изучения отдельных тем, решении практических задач, исследования отдельных вопросов дисциплины с помощью учебно-методической литературы; подготовиться к занятиям лекционного и семинарского типа.

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Разделы или темы рабочей программы
<b>Модуль 1</b>		
1	Самоподготовка по материалам из основной и вспомогательной литературы	тема 1, тема 2 тема 3, тема 4, тема 5 .
<b>Итого по модулю 1</b>		16 часов.
<b>Модуль 2</b>		
2	Самоподготовка по материалам из основной и вспомогательной литературы	тема 6 ,тема 7, тема 8 , тема 9

<b>Итого по модулю 2</b>	11 час.
<b>Всего часов:</b>	26.7 час+0.3=27ч.

1. Подготовка отдельных докладов по темам занятий.
2. Поиск учебных видеофильмов, роликов для дальнейшей демонстрации на занятии.
3. Подготовка мультимедийной презентации.

#### 5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).

Таблица 5.1. Основная литература

№ п/п	Библиографическое Описание
1	Демидович, Б. П. Дифференциальные уравнения : учебное пособие для вузов / Б. П. Демидович, В. П. Моденов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 280 с. — ISBN 978-5-8114-6795-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/152452">https://e.lanbook.com/book/152452</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Бибииков, Ю. Н. Дифференциальные уравнения Пфаффа на плоскости и в пространстве : учебное пособие для вузов / Ю. Н. Бибииков, В. Р. Букаты. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 68 с. — ISBN 978-5-8114-7167-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/156406">https://e.lanbook.com/book/156406</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Степучев, В. Г. Решение линейных дифференциальных уравнений : учебник для вузов / В. Г. Степучев. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-6902-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/162377">https://e.lanbook.com/book/162377</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Таблица 5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое Описание
1.	Барбашин Е. А. Введение в теорию устойчивости. М.: Наука, 1971. 223 с.
2	Барбашин Е. А. Функции Ляпунова. М.: Наука, 1970. 240 с.
3	Беллман Р. Теория устойчивости решений дифференциальных уравнений. М.: УРСС, 2003. 216 с.
4	Малкин И. Г. Теория устойчивости движения. М.: Наука, 1966.
5	Андронов А.А. Качественная теория динамических систем второго порядка/ А.А. Андронов, Е.А. Леонтович, И.И. Гордон, А.Г. Майер. - М.: Наука, 1966. – 568 с.
6	Андронов А.А. Теория бифуркаций динамических систем на плоскости/ А.А. Андронов, Е.А. Леонтович, И.И. Гордон, А.Г. Майер. - М.: Наука, 1967. – 488 с.
7	Ушхо Д.С. Введение в качественную теорию динамических систем второго порядка / Д.С. Ушхо. – Майкоп: Изд-во АГУ, 2004. – 104 с.

Таблица 5.3.. Электронные информационные ресурсы

№ п/п	Название (адрес) ресурса
1	Электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета- <a href="http://www.lib.mexmat.ru/books/41">www.lib.mexmat.ru/books/41</a>
2	Новая электронная библиотека- <a href="http://www.newlibrary.ru">www.newlibrary.ru</a>
3	Российское образование(федеральный портал)- <a href="http://www.edu.ru">www.edu.ru</a>

Таблица 5.4. Периодические издания

№ п/п	Наименование
1.	Журнал «Вестник Адыгейского государственного университета». Сер. Естественно-математические и технические науки. URL: <a href="http://vestnik.adygnet.ru">http://vestnik.adygnet.ru</a>
2.	Журнал "МИФ" <a href="http://virlib.eunnet.net/mif">virlib.eunnet.net/mif</a> (Математика, Информатика, Физика) был основан в 1996 году по инициативе кафедр математики, информатики и физики Специализированного учебно-научного центра (лица) Уральского университета
3.	Журнал «Труды Физического общества Республики Адыгея» <a href="http://fora.adygnet.ru/">http://fora.adygnet.ru/</a>

**Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
2. ЭБС АГУ на платформе аппаратно-программного комплекса ООО КДУ <http://adygnet.bibliotech.ru>
3. ЭБС «Юрайт» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)
4. ЭБС «Лань» [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)
5. ФГБУ «Российская государственная библиотека» <http://dvs.rsl.ru>
6. ООО «Научная электронная библиотека» (НЭБ) [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)
7. Некоммерческое партнерство «Ассоциированные региональные библиотечные консорциумы» (АРБИКОН) <http://arbicon.ru/services/>
8. Некоммерческое партнерство «Национальный электронно-информационный консорциум» (НЭИКОН) [www.neicon.ru](http://www.neicon.ru)
9. ООО «Фактор Плюс» (СПС «Консультант Плюс») [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)
10. ООО «Компания АПИ «ГАРАНТ» [www.garant.ru](http://www.garant.ru)
11. Web of Science <https://apps.webofknowledge.com>
12. Scopus <https://www.scopus.com/search/>
13. zbMATH <https://zbmath.org/>
14. Elsevier («Эльзевир») <https://www.elsevier.com/>
15. Science Direct <https://www.sciencedirect.com/>
16. [Nature Journals https://www.nature.com/siteindex/](https://www.nature.com/siteindex/) Полнотекстовая коллекция журналов Nature Publishing Group.
17. Springer Nature Experiments <https://experiments.springernature.com/> Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний.
18. Springer Materials <https://materials.springer.com/> Коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга.

19. Nano <https://nano.nature.com/> База данных в области нанотехнологий, содержащая информацию о наноматериалах
20. Проект Евклид <https://www.projecteuclid.org/>
21. Официальный сайт науки и высшего образования РФ <https://minobrnauki.gov.ru/>
22. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>
23. Базы данных ИНИОН РАН <http://inion.ru/resources/bazy-dannykh-inion-ran/>
24. Университетская информационная система Россия [uisrussia.msu.ru](http://uisrussia.msu.ru)

## 6. Образовательные технологии

Таблица 6. Образовательные технологии

№ п/п	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	2	3	4
1.	Модуль 1. Основные понятия качественной теории дифференциальных уравнения	ЛР- 1-8.	Вводная лекция с использованием видеоматериалов
2.	Модуль 2. Пределные циклы и алгебраические интегралы двумерных автономных систем.	ЛР-9-18	Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты

## 7. Методические рекомендации по дисциплине (модулю).

Материал дисциплины «Введение в качественную теорию динамических систем второго порядка» распределен по двум главным модулям (разделам), изучение которой способствует воспитанию современного математического мышления.

Обучение происходит в форме практических занятий, а также самостоятельной работы студентов. Лекционные занятия не предусмотрены.

### Методические рекомендации к практическим занятиям

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо самостоятельно изучить соответствующие темы. Теоретический материал можно брать как из основной литературы.

В ходе работы с учебной книгой студентам рекомендуется обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно делать пометки, подчеркивающие особую важность теоретических положений.

Во время практических занятий обучающимся необходимо выполнять, задания выдаваемые преподавателем, что зачитывается как текущая работа студента.

Практические задания, выполняемые в аудитории, предназначены для указания общих методов решения задач определенного типа. Закрепить навыки можно лишь в результате самостоятельной работы.

### **Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Самостоятельная работа студента по курсу «**Введение в качественную теорию динамических систем второго порядка**» заключается, прежде всего, в освоении теоретического материала. При этом полезно использовать вспомогательную литературу (как из основного, так и из дополнительного списка). Основной задачей студентов является осмысление вводимых понятий, фактов и связей между ними. Кроме того, студент должен познакомиться и научиться применять самостоятельно наиболее важные методы изучаемого курса. При подготовке к сдаче зачета весь теоретический материал рекомендуется распределять равномерно по дням.

### **Методические рекомендации преподавателю**

Изучив содержание учебной дисциплины, целесообразно разработать матрицу наиболее предпочтительных методов обучения и форм самостоятельной работы студентов, адекватных видам лекционных и семинарских занятий.

Необходимо предусмотреть развитие форм самостоятельной работы, выводя студентов к завершению изучения учебной дисциплины на её высший уровень. По учебному плану предусмотрено проведение разного типа занятий.

Вузовская лекция – главное звено дидактического цикла обучения. Её цель – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы в вузе, должен знать существующие в педагогической науке и используемые на практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их методическое место в структуре процесса обучения.

Лекции читаются с использованием наглядных пособий и электронных презентаций, с применением современных методов обучения, стимулирующих познавательную активность. В начале каждого практического занятия преподаватель организует повторение изученного на лекции материала по контрольным вопросам к данному практическому занятию, вспоминает со студентами понятийный аппарат. При возникновении затруднений у студентов при решении задач преподаватель подробно разбирает каждый шаг решения с обязательным вовлечением студентов группы в процесс обсуждения алгоритма решения задачи.

В условиях преобладающего теоретического обучения обязательным условием для формирования умений и навыков является усвоение теоретического материала, поэтому вопросы контроля должны проверять тот теоретический материал, содержание которого представлено в конспекте лекции и указанной литературе. Перечень рассматриваемых вопросов по теме преподаватель формирует во время чтения лекции.

По уровню сложности предусматриваются самые различные вопросы, предполагающие воспроизведение и закрепление теоретического материала, проверку его осмысления, вопросы на обобщение, анализ и синтез и др. Обязательно предусматриваются контрольные вопросы на проверку усвоения определений ключевых понятий, знание фактов, теорий, концепций, то есть всего того, что определяет основное содержание темы.

Вопросы и задания для контроля должны позволить студентам самостоятельно определить уровень усвоения учебного материала по теме, представленного в лекции, на практическом занятии.

Семинар проводится по узловым и наиболее сложным вопросам (темам, разделам) учебной программы. Он может быть построен как на материале одной лекции, так и на содержании обзорной лекции, а также по определённой теме без чтения предварительной лекции. Главная и определяющая особенность любого семинара – наличие элементов дискуссии, проблемности, диалога между преподавателем и студентами и самими студентами.

При подготовке классического семинара желательно придерживаться следующего алгоритма:

*а) разработка учебно-методического материала:*

- формулировка темы, соответствующей программе;
- определение дидактических, воспитывающих и формирующих целей занятия;
- выбор методов, приемов и средств обучения для проведения семинара;
- подбор литературы для преподавателя и студентов;
- при необходимости проведение консультаций для студентов;

*б) подготовка студентов и преподавателя:*

- составление плана семинара из 3-4 вопросов;
- предоставление студентам 4-5 дней для подготовки к семинару;
- предоставление рекомендаций о последовательности изучения литературы (учебники, учебные пособия, законы и постановления, руководства и положения, конспекты лекций, статьи, справочники, информационные сборники и бюллетени, статистические данные и др.);
- создание набора наглядных пособий.

Подводя итоги семинара, можно использовать следующие критерии (показатели) оценки ответов:

- полнота и конкретность ответа;
- последовательность и логика изложения;
- связь теоретических положений с практикой;
- обоснованность и доказательность излагаемых положений;
- наличие качественных и количественных показателей;
- наличие иллюстраций к ответам в виде исторических фактов, примеров и пр.;
- уровень культуры речи;
- использование наглядных пособий и т.п.

В конце семинара рекомендуется дать оценку всего семинарского занятия, обратив особое внимание на следующие аспекты:

- качество подготовки;
- степень усвоения знаний;
- активность;
- положительные стороны в работе студентов;
- ценные и конструктивные предложения;
- недостатки в работе студентов;
- задачи и пути устранения недостатков.

При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

Зная тему практического занятия, необходимо готовиться к нему заблаговременно: читать рекомендованную и дополнительную литературу, конспект лекций, методические указания к практическим занятиям, структурировать материал, составлять словарь терминов, отвечать на контрольные вопросы, решать ситуационные задачи и т.п. На практическом занятии вы можете получить консультацию преподавателя по любому учебному вопросу изучаемой темы.

Под самостоятельной работой студентов понимают учебную деятельность студентов, которая организована преподавателями, но осуществляется студентом без непосредственного участия преподавателя в учебной деятельности студента. Все виды самостоятельной работы студентов по дисциплине представлены в фонде оценочных средств. Четкая организация самостоятельной работы студентов делает ее эффективной. Это обеспечивается предоставлением студентам: учебных и учебно-методических пособий; тематических планов лекций, практических занятий, образцов контрольных работ, тестов, кейсов и др.; перечня знаний и умений, которыми они должны овладеть при изучении дисциплины; информации о процедуре сдачи зачета и экзамена и др. Ответы представляются в письменной форме (печатной, непосредственно преподавателю, или электронной).

Самостоятельная работа студента является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Она включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. По каждой теме учебной дисциплины студентам предлагается перечень заданий для самостоятельной работы.

К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны исполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению. Студентам следует: руководствоваться графиком самостоятельной работы, выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать на семинарах и консультациях неясные вопросы; при подготовке к экзамену параллельно прорабатывать соответствующие теоретические и практические разделы дисциплины, фиксируя неясные моменты для их обсуждения на консультации с преподавателем.

Самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, науч-

но-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов.

Подготовка к промежуточной аттестации ведется на основе полученного лекционного материала и рекомендованной литературы, осмысления работы на практических занятиях и самостоятельной работы.

## **8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- для слепых и слабовидящих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
  - обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
  - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
  - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.
- для глухих и слабослышащих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
  - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
  - экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут

использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- для слепых и слабовидящих:
  - в печатной форме увеличенным шрифтом;
  - в форме электронного документа;
  - в форме аудиофайла.
- для глухих и слабослышащих:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа;
  - в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения.

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).**

Лекционные занятия проводятся в аудиториях, предоставляемых деканатом факультета в соответствии с расписанием.

Отдельные занятия проводятся в специализированных лабораториях - лабораториях кафедры прикладной математики, информационных технологии и информационной безопасности.

На отдельных занятиях необходим видеопроектор с экраном (или компьютерный класс), оборудование лабораторий.

В распоряжении преподавателей и обучающихся имеется основное необходимое материально-техническое оборудование, а именно компьютеры с соответствующим компьютерным и программным обеспечением, Интернет-ресурсы, доступ к полнотекстовым электронным базам, книжный фонд Научной библиотеки АГУ.

**Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:**

1. Ubuntu (<https://ubuntu.com/download>), Microsoft Windows 2000 Server CAL Russian, Microsoft Win Starter 7 Russian Academic OPEN;
2. Google Chrome (<https://www.google.com/chrome>);
3. LibreOffice (<https://www.libreoffice.org/download/download>);
4. Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN;
5. Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN;
6. Notepad++ (<https://notepad-plus-plus.org/downloads>);
7. Latex (<https://www.latex-project.org/get/>);
8. MySQL (<https://www.oracle.com/ru/mysql/>);
9. Пакет прикладных математических программ Scilab (<https://www.scilab.org/download/6.1.0>).

## 10. Лист регистрации изменений

[illegible]