

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»  
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

  
С.Н.Бориско  
«06» июня 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой математики и  
информатики

  
С.Н.Бориско  
«06» июня 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**Вычислительная математика**

Составитель(-и)	<b>Бориско С.Н., к.т.н., доцент, завкафедрой ЗнМИ; Мустафаев Н.Г., к.т.н., доцент кафедры ЗнМИ; Тимошкин А.А., к.т.н., доцент кафедры ЗнМИ; Панкова А.Р., ассистент кафедры ЗнМИ.</b>
Согласовано с работодателями:	<b>Литвинов С.П., к.т.н., заместитель командира войсковой части 15644 по научно- исследовательской и испытательной работе;</b>  <b>Тимошкин А.А., к.т.н., старший научный сотрудник - начальник научно- исследовательского испытательного отдела войсковой части 15644;</b>
Направление подготовки / специальность	<b>09.03.02 Информационные системы и технологии</b>
Направленность (профиль) ОПОП	<b>Проектирование и сопровождение информационных систем</b>
Квалификация (степень)	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очно-заочная</b>
Год приема	<b>2023</b>
Курс	<b>2</b>
Семестр	<b>4</b>

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**1.1. Целями освоения дисциплины (модуля)** являются изучение методов вычислительной математики с учетом специфики специальности.

**1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):** освоить вычисления, возможности и особенности их программной реализации на ЭВМ.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП**

**2.1. Учебная дисциплина (модуль)** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Она логически и содержательно-методически взаимосвязана с дисциплинами базовой части: Математическим анализом,; и дисциплинами вариативной части: Дискретная математика, Комплексный анализ и операционное исчисление, Математическая логика и теория алгоритмов.

**2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями):** Вычисления, возможности и особенности их программной реализации на ЭВМ. Типы переменных и точности их представления в памяти ЭВМ при различных описаниях. Понятие о форматировании чисел при их отображении на экране и выводе на печать. Действия с приближенными числами. Накопление погрешностей при проведении вычислений. Понятие интерполяции. Методы линейной и нелинейной интерполяции. Интерполяция с использованием сплайнов. Методические подходы к интерполяции для двумерных и трехмерных областей. Линейная и нелинейная экстраполяция. Методы решения нелинейных уравнений с одной переменной (предварительная локализация корней, метод бисекции, метод простой итерации, метод хорд, методы использующие производную функции). Условия сходимости итерационных процессов нахождения корней нелинейных уравнений. Критерии окончания итерационного процесса при нахождении корней. Основные задачи линейной алгебры в рамках вычислительной математики - решение систем линейных уравнений (СЛУ), нахождение собственных значений и векторов матриц. Прямые методы решения СЛУ. Итерационные методы решения СЛУ. Критерии окончания итерационных процессов в условиях монотонной и немонотонной сходимости. Возможные подходы к решению СЛУ с матрицами специального вида (разреженные, ленточные и др.). Методы решения систем нелинейных уравнений. Численные методы решения оптимизационных задач. Понятие о глобальном и локальном экстремумах. Использование комбинаций методов случайного поиска и градиентных для задач со многими экстремумами. Методы численного дифференцирования функций от одного и двух аргументов. Особенности численного дифференцирования функций, заданных в табличной форме. Методы численного интегрирования функций от одного и двух аргументов. Использование методов типа Монте-Карло для численного интегрирования функций. Численные методы в математической обработке экспериментальных данных. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем таких уравнений. Особенности использования явных и неявных схем решения таких уравнений и систем уравнений. Численные методы решения параболических дифференциальных уравнений в частных производных (на примере уравнения теплопроводности). Конечно-разностный подход. Применение для решения явных и неявных разностных схем. Граница устойчивости для явной разностной схемы. Численные методы для решения эллиптических дифференциальных уравнений. Сравнение использования методов конечных разностей и конечных элементов для решения этого типа дифференциальных уравнений. Понятие об интегральных уравнениях и подходах к их решению численными методами. Комплексное использование различных численных методов при решении инженерных задач на ЭВМ. Понятие о библиотеках стандартных программ по численным методам и особенностям их использования.

**2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):** Математическим анализом, и дисциплинами вариативной части: Дискретная математика, Комплексный анализ и операционное исчисление, Математическая логика и теория алгоритмов.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс освоения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей(их) компетенции(ий) в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки / специальности:

а) универсальных (УК): УК-1.

**Таблица 1 – Декомпозиция результатов обучения**

Код компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)		
	Знать	Уметь	Владеть
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1 методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа.	ИУК-1.2 применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач.	ИУК-1.3 методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач.

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной, очно-заочной и заочной форм обучения приведена в таблице 2.1.

**Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения**

Вид учебной и внеучебной работы	для очно-заочной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	4
Объем дисциплины в академических часах	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	36
- занятия лекционного типа, в том числе:	18
- практическая подготовка (если предусмотрена)	
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	18
- практическая подготовка (если предусмотрена)	

Вид учебной и внеучебной работы	для очно-заочной формы обучения
- в ходе подготовки и защиты курсовой работы <sup>1</sup>	
- консультация (предэкзаменационная) <sup>2</sup>	
- промежуточная аттестация по дисциплине <sup>3</sup>	
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	108
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	Диф. зачет – 4 семестр

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

**Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)**

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						КР / КП	СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости и, форма промежуточной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР					
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
<b>Семестр 4.</b>										
<i>Тема 1. Вычисления, возможности и особенности их программной реализации на ЭВМ. Типы переменных и точности их представления в памяти ЭВМ при различных описаниях. Понятие о форматировании чисел при их отображении на экране и выводе на печать. Действия с приближенными числами. Накопление погрешностей при проведении вычислений. Понятие интерполяции. Методы линейной и нелинейной интерполяции. Интерполяция с использованием сплайнов. Методические подходы к интерполяции для двумерных и трехмерных областей. Линейная и нелинейная экстраполяция.</i>	2		2					12	<b>16</b>	экспресс-опрос
<i>Тема 2. Методы решения</i>	2		2					12	<b>16</b>	экспресс-

<sup>1</sup> Числовые данные в данной строке соответствуют трудоемкости, указанной в учебном плане в столбце «КР/КП» Если курсовая работа не предусмотрена – необходимо удалить строку «Контактная работа в ходе подготовки и защиты курсовой работы».

<sup>2</sup> Числовые данные в данной строке соответствуют трудоемкости, указанной в учебном плане в столбце «Конс. (для гр.)»

<sup>3</sup> Числовые данные в данной строке соответствуют трудоемкости, указанной в учебном плане в столбце «КПА»

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости и, форма промежуточ ной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП			
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
<i>нелинейных уравнений с одной переменной (предварительная локализация корней, метод бисекции, метод простой итерации, метод хорд, методы использующие производную функции). Условия сходимости итерационных процессов нахождения корней нелинейных уравнений. Критерии окончания итерационного процесса при нахождении корней</i>										опрос
<i>Тема 3. Основные задачи линейной алгебры в рамках вычислительной математики - решение систем линейных уравнений (СЛУ), нахождение собственных значений и векторов матриц. Прямые методы решения СЛУ. Итерационные методы решения СЛУ. Критерии окончания итерационных процессов в условиях монотонной и немонотонной сходимости. Возможные подходы к решению СЛУ с матрицами специального вида (разреженные, ленточные и др.).</i>	2		2					12	<b>16</b>	экспресс-опрос
<i>Тема 4. Методы решения систем нелинейных уравнений. Численные методы решения оптимизационных задач. Понятие о глобальном и локальном экстремумах. Использование комбинаций методов случайного поиска и градиентных для задач со многими экстремумами</i>	2		2					12	<b>16</b>	экспресс-опрос
<i>Тема 5. Методы численного дифференцирования функций от одного и двух аргументов. Особенности численного дифференцирования функций, заданных в табличной форме</i>	2		2					12	<b>16</b>	экспресс-опрос
<i>Тема 6. Методы численного</i>	2		2					12	<b>16</b>	экспресс-



Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							КР / КП	СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости и, форма промежуточ ной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР						
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП					
<b>Контроль промежуточной аттестации</b>										<b>Диф. Зачет</b>	
<b>ИТОГО за семестр:</b>	<b>18</b>		<b>18</b>					<b>108</b>			

Условные обозначения:

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, семинары, ЛР – лабораторные работы; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа по отдельным темам

**Таблица 3 – Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций**

Темы, разделы дисциплины	Кол- во часов	Компетенции (указываются перечисленные в п.3)	$\Sigma$ общее количество компетенций
		УК-1	
Вычисления, возможности и особенности их программной реализации на ЭВМ. Типы переменных и точности их представления в памяти ЭВМ при различных описаниях. Понятие о форматировании чисел при их отображении на экране и выводе на печать. Действия с приближенными числами. Накопление погрешностей при проведении вычислений. Понятие интерполяции. Методы линейной и нелинейной интерполяции. Интерполяция с использованием сплайнов. Методические подходы к интерполяции для двумерных и трехмерных областей. Линейная и нелинейная экстраполяция.	16	+	1
Методы решения нелинейных уравнений с одной переменной (предварительная локализация корней, метод бисекции, метод простой итерации, метод хорд, методы использующие производную функции). Условия сходимости итерационных процессов нахождения корней нелинейных уравнений. Критерии окончания итерационного процесса при нахождении корней.	16	+	1
Основные задачи линейной алгебры в рамках вычислительной математики - решение систем	16	+	1

линейных уравнений (СЛУ), нахождение собственных значений и векторов матриц. Прямые методы решения СЛУ. Итерационные методы решения СЛУ. Критерии окончания итерационных процессов в условиях монотонной и немонотонной сходимости. Возможные подходы к решению СЛУ с матрицами специального вида (разреженные, ленточные и др.).			
Методы решения систем нелинейных уравнений. Численные методы решения оптимизационных задач. Понятие о глобальном и локальном экстремумах. Использование комбинаций методов случайного поиска и градиентных для задач со многими экстремумами.	16	+	1
Методы численного дифференцирования функций от одного и двух аргументов. Особенности численного дифференцирования функций, заданных в табличной форме.	16	+	1
Методы численного интегрирования функций от одного и двух аргументов. Использование методов типа Монте-Карло для численного интегрирования функций. Численные методы в математической обработке экспериментальных данных.	16	+	1
Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем таких уравнений. Особенности использования явных и неявных схем решения таких уравнений и систем уравнений.	16	+	1
Численные методы решения параболических дифференциальных уравнений в частных производных (на примере уравнения теплопроводности). Конечно-разностный подход. Применение для решения явных и неявных разностных схем. Граница устойчивости для явной разностной схемы.	16	+	1
Численные методы для решения эллиптических дифференциальных уравнений. Сравнение использования методов конечных разностей и конечных элементов для решения этого типа дифференциальных уравнений. Понятие об интегральных уравнениях и подходах к их решению численными методами. Комплексное использование различных численных методов при решении инженерных задач на ЭВМ. Понятие о библиотеках стандартных программ по численным методам и особенностям их использования.	16	+	1

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)**

Основные формы занятий по данной дисциплине являются практические (семинарские) занятия.

Практическое (семинарское) занятие - это особая форма учебно-теоретических занятий, которая, как правило, служит дополнением к лекционному курсу. Его отличительной особенностью является активное участие самих студентов в объяснении вынесенных на рассмотрение проблем, вопросов. Преподаватель дает возможность студентам свободно высказаться по обсуждаемому вопросу и только помогает им правильно построить обсуждение. Студенты заблаговременно знакомятся с планом семинарского занятия и литературой, рекомендуемой для изучения данной темы, чтобы иметь возможность подготовиться к семинару. При подготовке к занятию необходимо: проанализировать его тему, подумать о цели и основных проблемах, вынесенных на обсуждение; внимательно прочитать конспект лекции по этой теме; изучить рекомендованную литературу, делая при этом конспект прочитанного или выписки, которые понадобятся при обсуждении на семинаре; постараться сформулировать свое мнение по каждому вопросу и аргументировано его обосновать. Практическое (семинарское) занятие помогает студентам глубоко овладеть предметом, способствует развитию умения самостоятельно работать с учебной литературой и документами, освоению студентами методов научной работы и приобретению навыков научной аргументации, научного мышления. Преподавателю же работа студентов на семинаре позволяет судить о том, насколько успешно они осваивают материал курса.

### **5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)**

Самостоятельная работа студентов является одним из основных видов учебной деятельности и предполагает изучение вопросов, не вошедших в основной план занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов в вузе не менее важна, чем обязательные учебные занятия. Ее успешность во многом определяется тем, насколько умело, рационально сам учащийся сможет организовать свои индивидуальные занятия, насколько регулярными и своевременными они будут.

Задания и методические указания для различных видов самостоятельной работы разрабатываются с учетом её специфики, особенностей изучаемых тем, наличия учебной и методической литературы.

Систематическое освоение студентами необходимого учебного материала, своевременное выполнение предусмотренных учебных заданий, регулярное посещение лекционных и практических занятий позволяют подготовиться к успешному прохождению промежуточной аттестации по данной дисциплине.

В ходе самостоятельной работы студенты должны осуществлять:

- подготовку к занятиям, включая изучение лекций и литературы по теме занятия (используются конспекты лекций и источники, представленные в перечне основной и дополнительной литературы, а также электронные ресурсы);

- выполнение индивидуальных самостоятельных домашних заданий по теме прошедшего занятия;

- конспектирование материала источника;

- подготовку письменных работ: реферата (индивидуальные задания по слабоусвоенным темам), в том числе самостоятельное изучение части теоретического материала по темам, которые заявлены в теме реферата (используются источники, представленные в перечне основной и дополнительной литературы, а также электронные ресурсы), а также доклада.

**Таблица 4 – Содержание самостоятельной работы обучающихся**

Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
1. Вычисления, возможности и особенности их программной реализации на ЭВМ. Типы переменных и точности их представления в памяти ЭВМ при различных описаниях. Понятие о форматировании чисел при их отображении на экране и выводе на печать. Действия с приближенными числами. Накопление погрешностей при проведении вычислений. Понятие интерполяции. Методы линейной и нелинейной интерполяции. Интерполяция с использованием сплайнов. Методические подходы к интерполяции для двумерных и трехмерных областей. Линейная и нелинейная экстраполяция.	12	Подготовка докладов по вопросам семинарского (практического) занятия
2. Методы решения нелинейных уравнений с одной переменной (предварительная локализация корней, метод бисекции, метод простой итерации, метод хорд, методы использующие производную функции). Условия сходимости итерационных процессов нахождения корней нелинейных уравнений. Критерии окончания итерационного процесса при нахождении корней.	12	Подготовка докладов по вопросам семинарского (практического) занятия
3. Основные задачи линейной алгебры в рамках вычислительной математики - решение систем линейных уравнений (СЛУ), нахождение собственных значений и векторов матриц. Прямые методы решения СЛУ. Итерационные методы решения СЛУ. Критерии окончания итерационных процессов в условиях монотонной и немонотонной сходимости. Возможные подходы к решению СЛУ с матрицами специального вида (разреженные, ленточные и др.).	12	Решение задач, Конспектирование
4. Методы решения систем нелинейных уравнений. Численные методы решения оптимизационных задач. Понятие о глобальном и локальном экстремумах. Использование комбинаций методов случайного поиска и градиентных для задач со многими экстремумами.	12	Решение задач, Конспектирование
5. Методы численного дифференцирования функций от одного и двух аргументов. Особенности численного дифференцирования функций, заданных в табличной форме.	12	Решение задач, Конспектирование
6. Методы численного интегрирования функций от одного и двух аргументов. Использование методов типа Монте-Карло для численного интегрирования функций. Численные методы в математической обработке экспериментальных данных.	12	Упражнение, Конспектирование
7. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем таких уравнений. Особенности использования явных и неявных схем решения таких уравнений и систем уравнений.	12	Конспектирование, Подготовка реферата
8. Численные методы решения параболических дифференциальных уравнений в частных производных (на примере уравнения теплопроводности). Конечно-разностный подход. Применение для решения явных и неявных разностных схем. Граница устойчивости для явной	12	Конспектирование, решение задач

разностной схемы.		
9. Численные методы для решения эллиптических дифференциальных уравнений. Сравнение использования методов конечных разностей и конечных элементов для решения этого типа дифференциальных уравнений. Понятие об интегральных уравнениях и подходах к их решению численными методами. Комплексное использование различных численных методов при решении инженерных задач на ЭВМ. Понятие о библиотеках стандартных программ по численным методам и особенностям их использования.	12	Конспектирование, Подготовка реферата
Итого:	<b>108</b>	Экзамен

Упражнения лежат в основе приобретения тех или иных умений и навыков. В различных условиях обучения упражнение либо единственная процедура, в рамках которой осуществляются все компоненты процесса учения: уяснение содержания действия, его закрепление, обобщение и автоматизация, – либо одна из процедур наряду с объяснением и заучиванием (упражнение в этом случае обеспечивает завершение уяснения и закрепления).

К самостоятельной работе студентов также относятся: чтение основной и дополнительной литературы – самостоятельное изучение материала по рекомендуемым литературным источникам; работа с библиотечным каталогом, самостоятельный подбор необходимой литературы; работа со словарем, справочником; поиск необходимой информации в сети Интернет; конспектирование источников; реферирование источников; составление аннотаций к прочитанным литературным источникам; составление рецензий и отзывов на прочитанный материал; составление обзора публикаций по теме; составление и разработка терминологического словаря; составление библиографии (библиографической картотеки); подготовка к различным формам текущей и промежуточной аттестации (к тестированию, контрольной работе, зачету, экзамену); выполнение домашних контрольных работ; самостоятельное выполнение практических заданий репродуктивного типа (ответы на вопросы, задачи, тесты; выполнение творческих заданий).

### **5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно**

Важное место в структуре самостоятельной подготовки к занятиям принадлежит студенческим докладам и рефератам.

Доклад (сообщение) представляет собой развернутое сообщение на какую-либо тему, сделанное публично. Обычно в качестве тем для докладов предлагается тот материал учебного курса, который не освещается в лекциях, а выносится на самостоятельное изучение студентами. Поэтому доклады, сделанные студентами на практических занятиях, с одной стороны, позволяют дополнить лекционный материал, а с другой - дают преподавателю возможность оценить умение студентов самостоятельно работать с учебной и научной литературой.

Построение доклада, как и любой другой научной работы, традиционно включает три части: вступление, основную часть и заключение. Во вступлении указывается тема доклада, устанавливается его логическая связь с другими темами или место рассматриваемой проблемы среди других проблем, дается краткий обзор литературы, на материале которых раскрывается тема и т. п. В заключении обычно подводятся итоги, формулируются выводы. Основная часть также должна иметь четкое логическое построение. Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным, лишенным ненужных отступлений и повторений. Таким образом, работа над докладом не только позволяет студенту приобрести новые знания, но и способствует формированию важных научно-исследовательских умений, освоению методов научного познания, приобретению навыков публичного выступления.

Реферат — письменная работа объемом 10-18 печатных страниц, выполняемая студентом в течение длительного срока (от одной недели до месяца). Реферат — краткое точное изложение сущности какого-либо вопроса, темы на основе одной или нескольких книг, монографий или других первоисточников. Реферат должен содержать основные фактические сведения и выводы по рассматриваемому вопросу. Реферат отвечает на вопрос — что содержится в данной публикации (публикациях). Однако реферат — не механический пересказ работы, а изложение ее сущности. В настоящее время, помимо реферирования прочитанной литературы, от студента требуется аргументированное изложение собственных мыслей по рассматриваемому вопросу. Тему реферата может предложить преподаватель или сам студент, в последнем случае она должна быть согласована с преподавателем. В реферате нужны развернутые аргументы, рассуждения, сравнения. Материал подается не столько в развитии, сколько в форме констатации или описания. Содержание реферированного произведения излагается объективно от имени автора. Если в первичном документе главная мысль сформулирована недостаточно четко, в реферате она должна быть конкретизирована и выделена.

Решение задач лежит в основе приобретения тех или иных умений и навыков. В различных условиях обучения решение задач либо единственная процедура, в рамках которой осуществляются все компоненты процесса учения: уяснение содержания действия, его закрепление, обобщение и автоматизация, — либо одна из процедур наряду с объяснением и заучиванием (упражнение в этом случае обеспечивает завершение уяснения и закрепления).

Решение задач — виды учебной деятельности учащихся, ставящие их перед необходимостью многократного и вариативного применения полученных знаний в различных связях и условиях.

Конспектирование. Конспект — это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов:

— План-конспект — это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении.

— Текстуальный конспект — это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника.

— Свободный конспект — это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом.

— Тематический конспект — составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то схеме (вопросу). Данный вид конспектирования рекомендуется при подготовке к вопросам семинарского занятия.

Требования к оформлению письменных работ указаны в методических рекомендациях.

## **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

### **6.1. Образовательные технологии**

Совместная работа малой командой; проектная деятельность студентов, развивающая межличностные коммуникации, способность принятия решений, лидерские качества; интерактивные лекции; групповые дискуссии; ролевые и деловые игры; тренинги; анализ ситуаций и имитационных моделей; преподавание дисциплин (модулей) в форме: курсов, симуляции, технологии open space/открытое пространство, мастерская будущего, peer education/равный обучает равного; экспресс-семинары, проектные семинары; бизнес-тренинги (business training), кейс-стади (case-study), обучение действием («action learning»), метафорическая игра, педагогические игровые упражнения (в качестве коллективного задания), мозговой штурм (эстафета), ситуационные методы, тематические дискуссии, игровое проектирование, групповой тренинг, групповая консультация и др.).

### **6.2. Информационные технологии**

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование возможностей Интернета (в том числе - электронной почты преподавателя) в учебном процессе (рассылка заданий, предоставление выполненных работ на проверку, ответы на вопросы, ознакомление учащихся с оценками и т.д.);
- использование электронных учебников и различных информационных сайтов (электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источник информации;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, электронных тренажеров, презентаций и т.д.);
- использование интерактивных средств взаимодействия участников образовательного процесса (технологии дистанционного или открытого обучения в глобальной сети: веб-конференции, вебинары, форумы, учебно-методические материалы и др.);
- использование интегрированной образовательной среды университета moodle.

### 6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

#### 6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
Scilab	Пакет прикладных математических программ
Microsoft Security Assessment Tool. - Режим доступа: <a href="http://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=12273">http://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=12273</a> (Free) Windows Security Risk Management Guide Tools and Templates. - Режим доступа: <a href="http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232">http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232</a> (Free)	Программы для информационной безопасности
MathCad 14	Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением

Наименование программного обеспечения	Назначение
1С: Предприятие 8	Система автоматизации деятельности на предприятии
KOMPAS-3D V21	Создание трёхмерных ассоциативных моделей отдельных элементов и сборных конструкций из них
Blender	Средство создания трёхмерной компьютерной графики
PyCharm EDU	Среда разработки
R	Программная среда вычислений
VirtualBox	Программный продукт виртуализации операционных систем
VLC Player	Медиапроигрыватель
Microsoft Visual Studio	Среда разработки
Cisco Packet Tracer	Инструмент моделирования компьютерных сетей
CodeBlocks	Кроссплатформенная среда разработки
Eclipse	Среда разработки
Lazarus	Среда разработки
PascalABC.NET	Среда разработки
VMware (Player)	Программный продукт виртуализации операционных систем
Far Manager	Файловый менеджер
Sofa Stats	Программное обеспечение для статистики, анализа и отчётности
Maple 18	Система компьютерной алгебры
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu
MATLAB R2014a	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений
Oracle SQL Developer	Среда разработки
VISSIM 6	Программа имитационного моделирования дорожного движения
VISUM 14	Система моделирования транспортных потоков
IBM SPSS Statistics 21	Программа для статистической обработки данных
ObjectLand	Геоинформационная система
КРЕДО ТОПОГРАФ	Геоинформационная система
Полигон Про	Программа для кадастровых работ

### 6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<i>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</i>
<p>Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС»  <a href="https://dlib.eastview.com/login">https://dlib.eastview.com/login</a>  Имя пользователя: AstrGU  Пароль: AstrGU</p>
<p>Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов  <a href="https://www.polpred.com/">https://www.polpred.com/</a></p>
<p>Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»</p>

<i>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</i>
<a href="https://library.asu.edu.ru/catalog/">https://library.asu.edu.ru/catalog/</a>
Электронный каталог «Научные журналы АГУ» <a href="https://journal.asu.edu.ru/">https://journal.asu.edu.ru/</a>
Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. <a href="http://mars.arbicon.ru/">http://mars.arbicon.ru/</a>
Справочная правовая система КонсультантПлюс. Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила. <a href="https://www.consultant.ru/">https://www.consultant.ru/</a>

## **7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **7.1. Паспорт фонда оценочных средств**

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

**Таблица 6 – Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств**

№ п/п	Контролируемые разделы, темы дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции (компетенций)	Наименование оценочного средства
1	Вычисления, возможности и особенности их программной реализации на ЭВМ. Типы переменных и точности их представления в памяти ЭВМ при различных описаниях. Понятие о форматировании чисел при их отображении на экране и выводе на печать. Действия с приближенными числами. Накопление погрешностей при проведении вычислений. Понятие интерполяции. Методы линейной и нелинейной интерполяции. Интерполяция с	УК-1	экспресс-опрос

	использованием сплайнов. Методические подходы к интерполяции для двумерных и трехмерных областей. Линейная и нелинейная экстраполяция.		
2	Методы решения нелинейных уравнений с одной переменной (предварительная локализация корней, метод бисекции, метод простой итерации, метод хорд, методы использующие производную функции). Условия сходимости итерационных процессов нахождения корней нелинейных уравнений. Критерии окончания итерационного процесса при нахождении корней.	УК-1	экспресс-опрос
3	Основные задачи линейной алгебры в рамках вычислительной математики - решение систем линейных уравнений (СЛУ), нахождение собственных значений и векторов матриц. Прямые методы решения СЛУ. Итерационные методы решения СЛУ. Критерии окончания итерационных процессов в условиях монотонной и немонотонной сходимости. Возможные подходы к решению СЛУ с матрицами специального вида (разреженные, ленточные и др.).	УК-1	экспресс-опрос
4	Методы решения систем нелинейных уравнений. Численные методы решения оптимизационных задач. Понятие о глобальном и локальном экстремумах. Использование комбинаций методов случайного поиска и градиентных для задач со многими экстремумами.	УК-1	экспресс-опрос
5	Методы численного дифференцирования функций от одного и двух аргументов. Особенности численного дифференцирования функций, заданных в табличной форме.	УК-1	экспресс-опрос
6	Методы численного интегрирования функций от одного и двух аргументов. Использование методов типа Монте-Карло для численного интегрирования функций. Численные методы в математической обработке экспериментальных данных.	УК-1	экспресс-опрос

7	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем таких уравнений. Особенности использования явных и неявных схем решения таких уравнений и систем уравнений.	УК-1	экспресс-опрос
8	Численные методы решения параболических дифференциальных уравнений в частных производных (на примере уравнения теплопроводности). Конечно-разностный подход. Применение для решения явных и неявных разностных схем. Граница устойчивости для явной разностной схемы.	УК-1	экспресс-опрос
9	Численные методы для решения эллиптических дифференциальных уравнений. Сравнение использования методов конечных разностей и конечных элементов для решения этого типа дифференциальных уравнений. Понятие об интегральных уравнениях и подходах к их решению численными методами. Комплексное использование различных численных методов при решении инженерных задач на ЭВМ. Понятие о библиотеках стандартных программ по численным методам и особенностям их использования.	УК-1	экспресс-опрос

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие типы контроля:

- тестирование;
- индивидуальное собеседование,
- письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие типы контроля:

- практические контрольные задания (далее – ПКЗ), включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

**Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить

	примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

**Таблица 8 – Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, не способен применить знание теоретического материала при выполнении заданий, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

### **7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)**

#### **Темы рефератов, вопросы для контроля:**

1. История возникновения и развития вычислительной математики.
2. Точные и приближенные значения величин, точные и приближенные числа.
3. Классификация источников погрешностей.
4. Абсолютная и относительная погрешности.
5. Верные знаки, связь количества верных знаков и относительной погрешности.
6. Правила округления и погрешность округления.
7. Основные задачи теории погрешностей, способы их решения.
8. Применение дифференциального исчисления при оценке погрешности.
9. Обратная задача теории погрешностей.
10. Отделение корней.
11. Графическое решение уравнений.
12. Приближенное вычисление корня уравнения с заданной точностью методом половинного деления.
13. Способ пропорциональных частей (метод хорд).

14. Метод Ньютона (метод касательных).
15. Метод простой итерации численного решения скалярных уравнений.
16. Условия сходимости итерационной последовательности.
17. Практические схемы вычисления приближенного значения корня.
18. Сходимость и устойчивость численного метода.
19. Точные и приближенные методы решения систем линейных уравнений.
20. Решение систем линейных уравнений с помощью обратной матрицы. Формула Крамера.
21. Метод последовательного исключения неизвестных в системе линейных уравнений (метод Гаусса).
22. Число операций при решении системы линейных уравнений методом Гаусса.
23. Приближенное решение систем линейных уравнений методом итерации.
24. Погрешности округления при практической реализации итерационного процесса.
25. Приближенное решение систем линейных уравнений методом Зейделя.
26. Оценка погрешности решения системы линейных алгебраических уравнений.
27. Задачи, приводящие к аппроксимации одной функции другой.
28. Основные вопросы теории интерполирования.
29. Интерполяционный многочлен Лагранжа для неравноотстоящих узлов.
30. Интерполяционный многочлен Лагранжа для равноотстоящих узлов.
31. Погрешность интерполяционного многочлена Лагранжа.
32. Интерполяционная схема Эйткена.
33. Разделенные конечные разности и их свойства.
34. Интерполяционный многочлен Ньютона для неравных промежутков.
35. Интерполяционный многочлен Ньютона для равных промежутков
36. Интерполяционная формула Гаусса.
37. Интерполяционная формула Стирлинга.
38. Интерполяционная формула Бесселя.
39. Постановка задачи численного дифференцирования.
40. Численное дифференцирование на основе линейной комбинации базисных функций, образующих систему Чебышева.
41. Численное дифференцирование для неравноотстоящих узлов.
42. Оценка погрешности численного дифференцирования.
43. Численное дифференцирование для равноотстоящих узлов на основе интерполяционной формулы Ньютона.
44. Численное дифференцирование для равноотстоящих узлов на основе интерполяционной формулы Стирлинга.
45. Численное дифференцирование для равноотстоящих узлов на основе интерполяционной формулы Бесселя.
46. Безразностные формулы численного дифференцирования.
47. Постановка задачи приближенного вычисления определенного интеграла, формула прямоугольников.
48. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.
49. Формула трапеций и оценка ее погрешности.
50. Формула Симпсона и оценка ее погрешности.
51. Квадратурная формула Гаусса, оценка порядка убывания погрешности.
52. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
53. Метод Эйлера.
54. Метод Адамса-Крылова.
55. Метод последовательных приближений (метод итерации).
56. Метод степенных рядов.

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля), и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

#### **7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

**Грубыми** считаются ошибки, свидетельствующие о том, что студент:

- не овладел основным материалом дисциплины
- не может применять на практике полученные знания

**Не грубыми** ошибками являются

- неточно сформулированный вопрос или пояснение при ответе

**Недочетами** считаются

- отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа
- небрежное выполнение записей.

Преподаватель, реализующий дисциплину (модуль), в зависимости от уровня подготовленности обучающихся может использовать иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

### **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

#### **8.1. Основная литература**

- 1) Вержбицкий В.М. «Основы численных методов», - М.: Высшая школа, 2005 г.
- 2) Хаггарти Р. Дискретная математика для программистов - М.: Техносфера, 2004 г.
- 3) Манжосова Е.Н. Численные методы. Решение уравнений - Астрахань : Астраханский ун-т, 2008.
- 4) Амосов А.А., Дубинский Ю.А. , Копченова Н.В. «Вычислительные методы», – СПб.:Лань, 2014 г.

#### **8.2. Дополнительная литература**

- 1) Бахвалов Н.С. «Численные методы», - М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2005 г. 30 экз.
- 2) Джонс Ж. «Решение задач в системе Турбо Паскаль», -М.: Финансы и статистика, 1991 г.
- 3) Заварыкин, В. М. Численные методы / В. М. Заварыкин, В. Г. Житомирский, М. П. Лапчик. – М. : Просвещение,1991.
- 4) Коломина М.В. Дифференциальные уравнения: курс лекций, -Астрахань,: Астраханский ун-т, 2007 г.
- 5) Сост. Ларина О.В. и др. «Решение задач линейного программирования с помощью табличного процессора
- 6) Сост. Лобейко В.И. «Контрольные задания для решения дифференциальных уравнений n-го порядка», -Астрахань : Астраханский ун-т2008 г.
- 7) Сост. Лобейко В.И. «Контрольные задания для решения систем дифференциальных уравнений», -Астрахань 6 Астраханский ун-т, 2008 г.
- 8) Бахвалов, Н. С. Численные методы : учебное пособие / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. – М. : Лаборатория базовых данных, 2008.
- 9) Воеводин В.В. Вычислительные основы линейной алгебры.-М.:Наука,1977

#### **8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)**

##### **8.3.1 Перечень электронно-библиотечных систем (ЭБС)**

- 1) **Электронная библиотечная система IPRbooks**  
[www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)
- 2) **Электронно-библиотечная система BOOK.ru**  
<https://book.ru>
- 3) **Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги»**

- [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru), <https://urait.ru/>
- 4) **Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех»**  
<https://biblio.asu.edu.ru>  
*Учётная запись образовательного портала АГУ*
- 5) **Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента»**  
Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий.  
[www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)  
*Регистрация с компьютеров АГУ*
- 6) **Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»**  
[www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)

### **8.3.2 Перечень общедоступных официальных интернет-ресурсов**

- 1) Единое окно доступа к образовательным ресурсам  
<http://window.edu.ru>
- 2) Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
<https://minobrnauki.gov.ru>
- 3) Министерство просвещения Российской Федерации  
<https://edu.gov.ru>
- 4) Федеральное агентство по делам молодёжи (Росмолодёжь)  
<https://fadm.gov.ru>
- 5) Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзор)  
<http://obrnadzor.gov.ru>
- 6) Сайт государственной программы Российской Федерации «Доступная среда»  
<http://zhit-vmeste.ru>
- 7) Российское движение школьников  
<https://рдш.рф>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Мультимедийное оборудование.** На аудиторных занятиях (лекциях) СИТ используются для организованного представления преподавателями и обучающимися материала в формате презентаций PowerPoint, работы по формированию и развитию навыков работы с документами и программами, имеющими прикладное значение. Лекции обеспечены слайдами и видеоматериалами. Имеются классные доски, наглядные пособия (стенды, макеты, плакаты и т.п.).

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки **09.03.02 Информационные системы и технологии**.

## **10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочесть задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).