«УТВЕРЖДАЮ»

Декан инженерно-физического факультета

_____/Аракелов А.В.

«29» августа 2019 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Б1.Б.06.02 Вычислительная физика (Практикум на ЭВМ)

Направление подготовки: 03.03.02 «Физика»

Направленность (профиль): «Фундаментальная физика»

Факультет: инженерно-физический

Кафедра: теоретической физики

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры теоретической физики
протокол № 1 от «29» августа 2019 г.

Заведующий кафедрой: д. физ.-мат. н., профессор В.Б. Тлячев

Составитель (разработчик) программы: к. физ.-мат. н., доцент А.Д. Ушхо

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Содержание

Пояснительная записка 3

1. Цели и задачи дисциплины (модуля) 3

2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы 4

3. Содержание дисциплины (модуля) 4

4. Самостоятельная работа обучающихся 6

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля) 9

6. Методические рекомендации по дисциплине (модулю) 10

7. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 12

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины 13

9. Лист регистрации изменений 14

Пояснительная записка

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (ФГОС 3+) 03.03.02 Физика, направленность Фундаментальная физика (квалификация (степень) «Бакалавр»).

РП представляет собой совокупность дидактических материалов, направленных на реализацию содержательных, методических и организационных условий подготовки по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Рабочая программа ориентирована на реализацию компетентностного подхода в обучении.

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам базовой части учебного плана Блок 1.

Трудоемкость дисциплины: _2_ з.е./_72_ ч.;
контактная работа:
занятия лекционного типа – 18 ч.,
лабораторные занятия – 18 ч.,
контроль самостоятельной работы – _2_ ч.,
КПР – 3 ч.,
ИКР – 0,25 ч.,
СР – 30,75 ч.

Ключевые слова: математическая модель, численные методы, вычислительный эксперимент.

Составитель: Тлячев В.Б., д.ф.-м.н., доцент.

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ОПК-4: способность понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования;

ОПК-5: способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией;

ПК-5: способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований.

Показателями компетенций являются:

знания – математической модели физического явления или процесса;
основных физических явлений, моделей и экспериментов;
источники погрешностей и их классификацию;
физические принципы, законы и теории;
связь физики с вычислительной математикой и техникой;
основные численные методы решения задач и обработки результатов измерений;
различные языки программирования и стандартные программы из офисных пакетов.

умения – выявлять существенные признаки физических явлений;
применять для описания физических явлений известные физические модели;
строить математические модели для описания простейших физических явлений;
описывать физические явления и процессы, используя научную терминологию;
представлять различными способами физическую информацию;
владеть методом размерностей для выявления функциональной зависимости;
применять знание физических теорий для анализа незнакомых физических ситуаций;

навыки – определения погрешностей измерений;

грамотного использования физического и математического научного языка;
оценки результатов простейших физических моделей;
численных расчетов физических величин при решении задач;
представления физической информации различными способами: (в вербальной, знаковой, аналитической, математической, графической, схемотехнической, образной, алгоритмической формах).

2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Таблица 1. Объем дисциплины (модуля)
(общая трудоемкость в зачетных единицах: 2 ЗЕТ)

Виды учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах			
		I	II	III	
Общая трудоемкость дисциплины	72			72	
Контактная работа:	36			36	
Лекции (Л)	18			18	
Практические занятия (ПЗ)					
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР	18			18	
Самостоятельная работа (СР)	30,75			30,75	
ИКР	0,25			0,25	
Курсовая работа (проект)	3			3	
Вид промежуточного контроля (ЗАЧЕТ)					

3. Содержание дисциплины (модуля)

Таблица 2. Распределение часов по темам и видам учебной работы

Номер раздела	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Объем в часах					
		Всего	Л	ПЗ	КСР	ЛР	СР
1	**Концепция компьютерного моделирования в физике.** Основы математического моделирования. Модели, получаемые из фундаментальных законов природы и вариационных принципов. Примеры и упражнения. Создание вербальной модели и ее трансформация в математическую модель. Иерархии моделей. Примеры и упражнения.	6	2				4
2	**Вычислительные задачи в механике.** Движение в центральном поле. Движение тела, брошенного под углом к горизонту, с учетом сопротивления воздуха. Колебания физического маятника, фазовые портреты. Автоколебания при трении осциллятора о равномерно движущийся предмет.	20	4		2	6	8
3	**Вычислительные задачи по термодинамике и молекулярной фи-**	8	2			2	4

	зике. Построение политропы. Построение кривой Ван-дер-Ваальса. Построение зависимости распределения молекул по скоростям от температуры.						
4	**Вычислительные задачи по электричеству и магнетизму.** Визуализация полей системы электрических зарядов. Построение силовых линий электрического поля системы точечных зарядов. Траектория электрона в электрическом и магнитном поле. Расчет разветвленной электрической цепи. Построение фигур Лиссажу.	14	4			4	5
5	**Метод Монте-Карло и его применение в физике.** Случайные числа. Генератор случайных чисел. Случайные числа, распределенные с равномерной плотностью вероятности. Алгоритм получения случайных чисел, распределенных с неравномерной плотностью вероятности. Вычисление площадей методом Монте-Карло. Случайные блуждания. Моделирование столкновений. Определение длины свободного пробега.	16	4			4	6
6	**Перспективы развития вычислительной физики.** Многопроцессорные системы, параллельные вычисления, конвейерная обработка.	8	2			2	4
Итого		**72**	**18**		**2**	**18**	**31**

Таблица 2-а. Содержание и объем лабораторных работ

Номер ЛР	Номер раздела и темы	Наименование и краткое содержание ЛР
1	**Вычислительные задачи по механике.**	Движение в центральном поле. Движение тела, брошенного под углом к горизонту, с учетом сопротивления воздуха. Колебания физического маятника. Фазовые портреты. Фигуры Лиссажу.
2	**Вычислительные задачи по термодинамике и молекулярной физике.**	Построение политропы. Построение кривой Ван-дер-Ваальса. Построение зависимости распределения молекул по скоростям от температуры.
3	**Вычислительные задачи по электричеству и магнетизму.**	Визуализация полей системы электрических зарядов. Построение силовых линий электрического поля системы точечных зарядов. Траектория электрона в электрическом и магнитном поле. Расчет разветвленной электрической цепи. Построение фигур Лиссажу.

4	**Метод Монте-Карло и его применение в физике.**	Монте-Карло в молекулярной физике. Случайные числа. Генератор случайных чисел. Случайные числа, распределенные с равномерной плотностью вероятности. Алгоритмы получения случайных чисел. Вычисление площади плоской фигуры методом Монте-Карло. Случайные блуждания. Моделирование столкновений. Определение длины свободного пробега.
6	**Перспективы развития вычислительной физики.**	Многопроцессорные системы, параллельные вычисления, конвейерная обработка.

Примерные контрольные вопросы по каждой лабораторной работе.

Вычислительные задачи по механике.

Покажите, что движение тела массой *m* в центрально-симметричном поле является плоским.

Продемонстрировать затухающие колебания и случай апериодического затухания при нулевой вынуждающей силе.

Показать, что при наличии трения и вынуждающей силы с течением времени в системе устанавливаются гармонические колебания с частотой вынуждающей силы.

Вычислительные задачи по разделу электричество и магнетизм.

Построить математическую модель электрических колебаний в колебательном контуре. Чем она отличается от генераторной модели?

Метод Монте-Карло и его применение в физике.

Провести расчет определенного интеграла (выдается преподавателем) методами – Монте-Карло, Симпсона, Гаусса. Сравнить точность и время расчета.

4. Самостоятельная работа обучающихся

Каждое задание предполагает написание студентом программы в одной из сред программирования Maple, Matlab, Free Pascal и защита ее. При необходимости провести исследование полученной модели путем изменения параметров задачи. За выполнение задания студент получает определенное количество баллов. Однотипные задания собраны в разделы.

Для получения зачета по лабораторным работам в семестре необходимо набрать 20 баллов, выполнив хотя бы по одному заданию из каждого раздела. Текст заданий приведён ниже.

Таблица 3. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Разделы или темы рабочей программы	Форма отчетности
1	*Индивидуальное домашнее задание.* Написать программу, моделирующую движение линейного маятника с затуханием. На рабочем окне программы изобразить графики траектории X(t), фазовой траектории V(X), полной энергии E(t). Исследовать движения с разными начальными условиями. (2 балла). Дополнить программу изображением движуще-	**Вычислительные задачи по механике.**	Математическая модель. Алгоритм и текст программы.

	гося маятника в режиме анимации.		
2	*Индивидуальное домашнее задание.* Построить компьютерную модель вынужденных колебаний линейного маятника с затуханием. Построить резонансную кривую.	**Вычислительные задачи по механике.**	Математическая модель. Алгоритм и текст программы.
3	*Индивидуальное домашнее задание.* Написать программу, моделирующую движение нелинейного маятника с затуханием. На рабочем окне программы изобразить графики траектории $X(t)$, фазовой траектории $V(X)$, полной энергии $E(t)$. Исследовать движения вблизи сепаратрисы (2 балла). Дополнить программу изображением движущегося маятника в режиме анимации.	**Вычислительные задачи по механике.**	Математическая модель. Алгоритм и текст программы.
4	*Индивидуальное домашнее задание.* Написать программу построения зависимости распределения молекул по скоростям от температуры.	**Вычислительные задачи по термодинамике и молекулярной физике.**	Математическая модель. Алгоритм и текст программы.
5	*Индивидуальное домашнее задание.* Написать программу вычисления траектории заряда, движущегося в неоднородном магнитном поле. Закон изменения поля в пространстве задается преподавателем. Нарисовать картину силовых линий и эквипотенциалей поля двух одинаковых разноименных зарядов.	**Вычислительные задачи по электричеству и магнетизму.**	Математическая модель. Алгоритм и текст программы.
6	Найти площадь фигуры (заданной преподавателем) по методу Монте-Карло. Исследовать зависимость точности определения площади от числа испытаний.	**Метод Монте-Карло и его применение в физике.**	Математическая модель. Алгоритм и текст программы.
7	*Реферат*	1. Уравнение теплопроводности (одномерный и двумерный случай). 2. Распределение Больцма-	Текст реферата.

		на и его компьютерная проверка.	
8	*Доклад*	Вычислительный эксперимент	Презентация. Выступление в аудитории.

4.1. Темы курсовых работ (проектов)

Целью курсовой работы является закрепление теоретического материала изложенного в рамках лекционного курса. Выполнение студентами курсовой работы является важным средством более глубокого усвоения учебного материала и приобретения практических навыков по отдельным темам.

Тематика курсовых работ представлена в таблице 3-а).

Таблица 3-а)

Раздел	Содержание раздела
1	Моделирование распределения молекул по скоростям.
2	Моделирование силовых линий и эквипотенциалей полей диполя, неподвижно распределенных точечных зарядов, движущегося диполя.
3	Моделирование распространения тепла по плоскости и вдоль стержня.
4	Моделирование реального газа.
5	Моделирование гравитирующих масс (задача Кеплера).
6	Моделирование и исследование процесса установления термодинамического равновесия в газе
7	Моделирование распределения зарядов по поверхности проводящей пластины (форма – квадрат, прямоугольник) и проводящего куба
8.	Движение тела, брошенного под углом к горизонту с учетом силы трения, величины начальной скорости, высоты, с которой производится бросок тела.
9.	Моделирование движения парашютиста.
10.	Моделирование резонансного движения.
11.	Моделирование движения физического маятника в среде с сопротивлением.
12.	Задача о перколяции и её представление на компьютере.
13.	Компьютерное моделирование броуновского движения.
14.	Моделирование автоколебательных движений.
15.	Моделирование уединенных волн (солитонов).
16.	Вычисление площадей методом Монте-Карло.
17.	Моделирование столкновений. Определение длины свободного пробега.

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Красов В.И. Компьютерные технологии в физике. Часть 1. Компьютерное моделирование физических процессов: Учеб. пособие / В.И. Красов, И.А. Кринберг, В.Л. Паперный. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Иркутск: ИГУ, 2007. – 126 с. Электронный ресурс единое окно образовательных ресурсов: http://window.edu.ru/resource/125/30125/files/isu003.pdf
2. Кошкидько, В.Г. Основы программирования в системе MATLAB : учебное пособие / В.Г. Кошкидько, А.И. Панычев ; Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. – Таганрог : Южный федеральный университет, 2016. – 85 с. – Режим доступа: – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493162
3. Губина, Т.Н. Решение дифференциальных уравнений в системе компьютерной математи-

ки Maxima : учебное пособие / Т.Н. Губина, Е.В. Андропова. – Елец: Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина, 2009. – 99 с. – Режим доступа – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=272098

4. Компьютерное приложение: Моделирование физических процессов URL: https://www.phunland.com/wiki/Download
5. Ласица, А.М. Использование Matlab и GNU Octave в вычислительной физике: конспект лекций: в 2 ч. / А.М. Ласица. – Омск: (ОмГТУ), 2017. – Ч. 1. – 44 с. Режим доступа: URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493343
6. Алёшин М.С. Вычислительная физика: учеб. пособие / М. С. Алёшин, В. В. Насыров. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. – 80 с. Режим доступа: URL: https://pnu.edu.ru/media/filer_public/e0/60/e060a2ba-8194-446a-a320-38cafce11d09/aleshin-posobie-vf.pdf
7. Смирнов С.В. Основы вычислительной физики: учеб. пособие / С.В. Смирнов. Новосибирск: РИЦ НГУ, 2015. – Ч. I. – 113 с. Режим доступа: URL: http://phys.nsu.ru/smirnov/ovf1.pdf

Современные профессиональные базы и информационные справочные системы:
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru;
- ЭБС АГУ на платформе аппаратно-программного комплекса ООО КДУ http://adygnet.bibliotech.ru;
- ФГБУ «Российская государственная библиотека» http://dvs.rsl.ru.
- Российская государственная библиотека (РГБ), г. Москва;
- Библиотека Российской академии наук (РАН), г. Москва.

Современные профессиональные базы и информационные справочные системы:
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru;
- ЭБС АГУ на платформе аппаратно-программного комплекса ООО КДУ http://adygnet.bibliotech.ru;
- ФГБУ «Российская государственная библиотека» http://dvs.rsl.ru;
- Российская государственная библиотека (РГБ), г. Москва;
- Библиотека Российской академии наук (РАН), г. Москва;
- Лекторий Физтеха – видеолекции.

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

Таблица 4. Основная литература

№ п/п	Наименование, библиографическое описание
1	Павлова, Т.Ю. Вычислительный эксперимент и подготовка научной публикации: учебное пособие / Т.Ю. Павлова. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2009. - 84 с. [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232451
2	Численные методы. Ч. 1 : учебно-методическое пособие / В.Б. Тлячев, А.Д. Ушхо, Д.С. Ушхо. – Майкоп : АГУ, 2015. – 169 с.
3	Зализняк, В. Е. Основы вычислительной физики. Часть 2. Введение в методы частиц / В. Е. Зализняк. - Москва — Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2006. - 156 с. ЭБС. – Режим доступа: http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114979
4	Динамика материальной точки: решебник / О.А. Беляк, С.В. Дерезин, А.В. Попов и др. - Ростов-н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2010. - 120 с. ЭБС. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240979
5	Компьютерное моделирование: физика: / З.А. Кононова, С.О. Алтухова, Г.А. Воробьев Г.И. Белозерова ; ЛГПУ имени П. П. Семенова-Тян-Шанского. – Липецк: ЛГПУ, 2017. – Ч. 1, 2. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576941

Таблица 5. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование, библиографическое описание
1	Дифференциальные уравнения и их приложение. Учебно-методическое пособие / В.Б. Тлячев, А.Д. Ушхо, Д.С. Ушхо. – Майкоп: АГУ, 2018. – 202 с.
2	
3	Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. М.: Изд-во МФТИ, 1994. – 528 с.
4	Scherer P. Computational physics: simulation of classical and quantum systems. Third Edition. Springer International Publishing, 2017. 640 p. https://www.pdfdrive.com/computational-physics-simulation-of-classical-and-quantum-systems-e184673378.html
5	Прудников, В.В. Фазовые переходы и методы их компьютерного моделирования : учебное пособие / В.В. Прудников, А.Н. Вакилов, П.В. Прудников. – Москва : Физматлит, 2009. – 224 с. – Режим доступа: URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68374

Таблица 6. Ресурсы информационно-коммуникационной сети «Интернет»

№ п/п	Название (адрес) ресурса
1	Журнал «Труды ФОРА». www.fora.adygnet.ru
2	Журнал «Успехи физических наук». www.ufn.ru
3	ЭБС Университетские библиотеки онлайн. Кондратьев, А. С. Физика. Задачи на компьютере [Электронный ресурс] / А. С. Кондратьев, А. В. Ляпцев. - М.: Физматлит, 2008. - 398 с. - 978-5-9221-0917-8. Режим доступа: http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68865
4	Физическое образование в вузах: журнал. URL: http://pinhe.lebedev.ru/

6. Методические рекомендации по дисциплине (модулю)

Методические рекомендации преподавателю

В ходе данного курса студент должен освоить основные методы компьютерного моделирования простейших физических систем с использованием наиболее распространенных численных методов и алгоритмов. При изучении данного курса студенты должны уже в полной мере владеть языками программирования (главным образом, Pascal, Matlab) и основами численных методов, уметь использовать графические и анимационные возможности современных компьютеров для решения разнообразных прикладных задач.

Методические указания студентам

При самостоятельной работе допускается использование любой литературы и Интернет-ресурсов: материалов сайтов рекомендованных преподавателем и результатов поиска в различных системах. Одобряется обращение к преподавателю за консультациями. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из основных и дополнительных литературных источников, а также из сети Интернет.

При выполнении заданий прочитайте внимательно условие. Прежде чем приступить к выполнению задания, постарайтесь найти ответы на вопросы по следующему плану:

1) В каком разделе физики изучается явление (закон);
2) Какое физическое явление или закон лежат в основе данной задачи;
3) История изучения (открытия) этого явления или закона:
   a) Кем и когда открыт (изучен);
   b) Какие наблюдения (факты, опыты) легли в основу открытия;
   c) Какие предположения были выдвинуты первоначально.
4) Запишите современную формулировку явления (закона), основные уравнения, описыва-

ющие явление (закон).

После построения математической модели возникает несколько вопросов, на которые следует ответить только после детального расследования и математического анализа модели. Типичные вопросы:

Существования: есть ли решение этой проблемы?

Единственности: Может ли быть два или больше (различны ди?) Решения?

Регулярности (гладкости): Как гладки эти решения? Как гладкость решения зависит от исходного термина или гладкости граничных условий?

Активные и интерактивные формы занятий (для ФГОС)

Таблица 7. Активные и интерактивные формы занятий

Вид занятия	Тема	Форма проведения	Объем в часах
Л	**Вычислительные задачи по механике.** Движение тела, брошенного под углом к горизонту, с учетом сопротивления воздуха. Колебания физического маятника, фазовые портреты. Автоколебания при трении осциллятора о равномерно движущийся предмет.	Компьютерные симуляции	1
Л	**Вычислительные задачи по электричеству и магнетизму.** Визуализация полей системы электрических зарядов. Построение силовых линий электрического поля системы точечных зарядов.	Проблемная лекция	2
СЗ	Индивидуальные задания. 1. Зимой в доме из-за аварии на газопроводе произошло отключение отопительной системы. Температура воздуха вне дома (на улице) уменьшалась равномерно от $+10^oC$ в $t_0 = 18$ часов вечера до -3^oC к $t_1 = 6$ часам утра. Температура внутри дома в момент аварии была $T_0 = +23^oC$. 2. Найти закон изменения температуры внутри дома от 18 часов вечера до 6 часов утра, если снаружи температура изменялась по закону $T_{\partial\hat{a}\hat{c}}(t) = 8 - \frac{3}{2}(t - t_0),\ t_0 \le t \le t_1$. Определить температуру внутри дома в 6 часов утра. Считать коэффициент k в законе охлаждения Ньютона равным 1/6. (Указание. При решении дифференциального уравнения используйте метод вариации произвольной постоянной). 3. Деревянный дом находится высоко в горах, где температура в течение летних суток может меняться от $T_{\ddot{a}\hat{a}\acute{a}\ddot{u}} = +25^oC$ до $T_{\ddot{u}\hat{i}\div\ddot{u}} = +5^oC$ по закону	Творческие задания	4

	$T_{\partial\hat{a}\hat{c}}(t) = 5 + 10\sin(\pi t)$. 4. Найти закон, по которому будет изменяться температура внутри дома, если он не отапливается. Построить графики. 5. Написать программу построения зависимости распределения молекул по скоростям от температуры. 6. Написать программу вычисления траектории заряда, движущегося в неоднородном магнитном поле. Закон изменения поля в пространстве задается преподавателем.		
ЛР	Вычислительные задачи по механике. Моделирование движения подводной лодки.	Метод проектов, дискуссия	2
ЛР	Метод Монте-Карло и его применение в физике.	Работа в малых группах	2

Требования к уровню освоения дисциплины (модуля), оценка качества знаний

Виды контроля и формы работ студентов:

Форма работы студентов в ходе изучения дисциплины предусмотрена в виде лабораторных занятий, а также выполнения домашних и индивидуальных заданий. Для текущего контроля предусмотрена проверка домашних заданий.

Зачет по результатам лабораторных работ. Для получения оценки «зачтено» студенту необходимо выполнить и защитить задания, входящих в план работы на семестр.

Курсовая работа оценивается отдельно дифференцированным зачетом. Оценка выставляется по представлении текста курсовой работы, оформленной в соответствии с требованиями, выступлением в аудитории.

7. 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.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лабораторные задания выполняются в компьютерном классе (ауд. 328) с доступом к локальной сети университета и выходом в сеть «Интернет». Лекции сопровождаются презентациями, представляемыми через медиапроектор и интерактивную доску (ауд. 327, 329), демонстрационными экспериментами по теории колебаний. Компьютерное программное обеспечение ОС Windows, Free Pascal, Matlab, Maxima, GNU Octave.

Используется программное обеспечение:

- Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN… (Microsoft Open License 47818824);
- Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN… (Microsoft Open License 47818824);
- Acrobat Professional 11.0 MLP AOO License RU (65195558) (Software License Certificate 10981633);
- Paint.NET.

9. Лист регистрации изменений

Номер изменения	Номера листов			Основание для внесения изменения	Подпись	Расшифровка подписи	Дата	Дата введения изменения
	заменённых	новых	аннулированных					
1.	9, 13			Приведение в соответствие ФГОС		Ушхо А.Д. Тлячев В.Б.	16.03.21	16.03.21