

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ  
проф. Таюрский Д.А.

"\_\_\_" 20\_\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Численные методы и математическое моделирование

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

## **Содержание**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Сушков С.В. (Кафедра теории относительности и гравитации, Отделение физики), Sergey.Sushkov@kpfu.ru

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2	способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей
ОПК-5	способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

численные методы, необходимых бакалавру физики, их границы применимости

Должен уметь:

использовать возможности различных численных методов при построении математических моделей физических объектов и процессов

Должен владеть:

навыками реализации численных методов на ЭВМ, используя современные средства программирования и математических расчетов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.Б.14.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.02 "Физика (не предусмотрено)" и относится к базовой (общепрофессиональной) части.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 54 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 54 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Цель и значение математического моделирования.	3	2	0	0	3
2.	Тема 2. Погрешности.	3	0	6	0	4
3.	Тема 3. Поиск корней нелинейных уравнений.	3	0	6	0	4
4.	Тема 4. Вычисление определенных интегралов.	3	0	4	0	6
5.	Тема 5. Задачи линейной алгебры.	3	2	6	0	6
6.	Тема 6. Способы генерации псевдослучайных чисел на ЭВМ.	3	2	4	0	4
7.	Тема 7. Интерполяция.	3	2	2	0	4
8.	Тема 8. Метод наименьших квадратов.	3	2	0	0	4
9.	Тема 9. Линейное программирование.	3	2	6	0	5
10.	Тема 10. Нелинейное программирование.	3	4	0	0	6
11.	Тема 11. Решение систем дифференциальных уравнений.	3	0	0	0	6
13.	Тема 13. Компьютер в лаборатории.	3	2	2	0	2
	Итого		18	36	0	54

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)****Тема 1. Цель и значение математического моделирования.**

В лекции обсуждаются цель и значение математического моделирования и оптимизации. Даётся определение и классификация основных математических моделей. Указываются основные этапы математического моделирования. Делается обзор конкретных задач, которые будут изучаться. Обсуждаются общие характерные проблемы математического моделирования.

**Тема 2. Погрешности.**

В лекции обсуждается важная проблема корректного учета погрешностей, возникающих при использовании численных методов. Виды погрешностей. Вычисление значений простейших функций. Точность. Оценка сходимости численных методов решения задач линейной алгебры. Нормы векторов и матриц. Понятие числа обусловленности матрицы.

**Тема 3. Поиск корней нелинейных уравнений.**

Численное решение нелинейных (алгебраических или трансцендентных) уравнений вида  $f(x) = 0$  заключается в нахождении значений  $x$ , удовлетворяющих (с заданной точностью) данному уравнению и состоит из следующих основных этапов:

1. Отделение (изоляция, локализация) корней уравнения.
2. Уточнение с помощью некоторого вычислительного алгоритма конкретного выделенного корня с заданной точностью.

Элементы численных методов: Поиск корней нелинейных уравнений. Задачи на уточнение корней уравнений. Метод половинного деления (дихотомии). Метод касательных. Метод последовательных приближений.

**Тема 4. Вычисление определенных интегралов.**

В лекции рассматриваются численные методы вычисления определенных интегралов. Ставится задача численного интегрирования. Изучаются основные стандартные методы: Метод прямоугольников. Метод трапеций. Метод Симпсона (парабол). Задача вычисления интеграла с заданной точностью. Процедура Рунге оценки погрешности и уточнения формул численного интегрирования.

**Тема 5. Задачи линейной алгебры.**

В лекции рассматриваются численные методы линейной алгебры, которые включают в себя

численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)  
и численные методы решения задач на собственные значения и собственные  
векторы матриц. Методы решения системы линейных уравнений: Метод Гаусса. Алгоритм. Приведение системы  
линейных уравнений к треугольному виду. Обратный ход. Итерационные методы.

### **Тема 6. Способы генерации псевдослучайных чисел на ЭВМ.**

Современная информатика широко использует псевдослучайные числа в самых разных приложениях - от метода  
Монте-Карло и имитационного моделирования до криптографии. При этом от качества используемых ПСЧ  
напрямую зависит качество получаемых результатов. В лекции рассматриваются способы генерации  
псевдослучайных чисел на ЭВМ. Метод Монте-Карло.

### **Тема 7. Интерполяция.**

В лекции рассматриваются методы приближения функций более простыми, хорошо изученными  
функциями. При этом исследуемая приближаемая функция может быть задана как в аналитическом, так и  
дискретном виде (в виде экспериментальной таблицы): Интерполяции и приближения функций. Линейная  
интерполяция. Интерполяционные полиномы. Наилучшее приближение. Интерполяционный многочлен Лагранжа.  
Сплайн интерполяция.

### **Тема 8. Метод наименьших квадратов.**

При наличии значительного числа экспериментальных точек сглаживание с помощью многочленной  
интерполяции не имеет смысла не только из-за неустойчивости (локальных выбросов) интерполирующей  
функции, но и из-за сильного колебания заданных точек.

Одним из решений проблемы является метод наименьших квадратов. В лекции рассматриваются: Описание  
метода. Поиск параметров эмпирических формул методом наименьших квадратов. Линейная регрессия.  
Нелинейная регрессия.

### **Тема 9. Линейное программирование.**

В лекции рассматриваются основные задачи линейного программирования. Методы принятия решений.  
Постановка задач линейного программирования. Методы решения задач линейного программирования.  
Графический метод решения. Аналитический симплекс-метод. Симплекс таблица. Метод искусственного базиса.  
Симплекс-метод оптимизации многомерных задач.

### **Тема 10. Нелинейное программирование.**

В лекции рассматриваются основные задачи нелинейного программирования. Поисковый эксперимент.  
Оптимизация унимодальных одномерных целевых функций. Оптимизация многоэкстремальных одномерных  
целевых функций. Оптимизация унимодальных многомерных целевых функций. Метод дихотомии. Метод  
Фибоначчи. Метод Хука-Дживса. Метод ломаных.

### **Тема 11. Решение систем дифференциальных уравнений.**

задача Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Обыкновенное дифференциальное  
уравнение. Линейное дифференциальное уравнение. Численное решение дифференциального уравнения.  
Задача Коши. Численные методы решения задачи Коши ОДУ первого порядка. Метод Эйлера. Метод Гюна.  
Метод Рунге-Кутты. Точность методов. Решение задачи Коши для систем дифференциальных уравнений 1-го  
порядка. Применение методов для решения систем дифференциальных уравнений 1-го порядка. Решение задачи  
Коши для дифференциальных уравнений второго и более высоких порядков. Применение методов решения  
систем дифференциальных уравнений 1-го порядка для решения дифференциальных уравнений второго и  
более высоких порядков.

### **Тема 13. Компьютер в лаборатории.**

В лекции обсуждается роль компьютера в современной физической лаборатории. Делается обзор основных  
пакетов программ, позволяющих выполнять аналитические вычисления на компьютере. Обсуждается  
использование компьютеров в научном эксперименте. Рассматриваются способы сопряжения компьютера и  
прибора. Основные направления современного применения ЭВМ.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя,  
но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на  
аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся  
включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем  
(разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и  
конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление  
знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами,  
учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы.

Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС З++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Библиотека алгоритмов - <http://alglib.manual.ru>

Exponenta.ru - <http://www.exponenta.ru/>

Математическая библиотека - <http://mathedu.ru/>

сайт кафедры радиоастрономии - <http://old.ksu.ru/f6/k12/index.php>

сайт проф. Хуторовой О.Г. - <http://old.kpfu.ru/f6/index.php?id=12&idm=2&num=29>

Электронный курс ?Численные методы и математическое моделирование? -  
<http://tulpar.kpfu.ru/enrol/index.php?id=1152>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Необходимым требованием для освоения дисциплины является посещений лекций. В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки. В случае возникновения вопросов обращаться за консультациями к преподавателю. В ходе изучения дисциплины мало ограничиваться лекциями, рекомендуется изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой.
практические занятия	Главное назначение практических занятий - более тесное общение преподавателя со студентами на темы определённые преподавателем заранее. При подготовке требуется попытаться выполнить все домашние задания и попытаться наиболее чётко сформулировать непонятные и проблемные этапы возникшие при этом. Непосредственно на занятии нужно обсудить возникшие вопросы с преподавателем.
самостоятельная работа	<p>После каждой лекции студенту следует внимательно прочитать и разобрать конспект. Понять все математические выкладки и лежащие в их основе физические положения и допущения; воспроизвести все выкладки самостоятельно, не глядя в конспект. Выполнить или доделать выкладки, которые лектор предписал сделать самостоятельно (если таковые имеются). Если лектор предписал разобрать часть материала более подробно самостоятельно по доступным письменным или электронным источникам, то необходимо своевременно это сделать. При возникновении каких-либо трудностей с пониманием материала рекомендуется попросить помощи у своих одногруппников или сокурсников. Также можно обратиться за помощью к лектору.</p> <p>Самостоятельное изучение части материала. Если часть учебного материала отведена на самостоятельное изучение, то необходимо приступить к этому незамедлительно после указания преподавателя и освоить материал в отведенные им сроки. Материал следует изучить по доступным письменным и электронным источникам, о которых сообщит преподаватель.</p>
зачет	<p>При подготовке студент должен правильно и рационально распланировать свое время, чтобы успеть качественно и на высоком уровне подготовиться к ответам по всем вопросам. Во время подготовки студенты также систематизируют знания, которые они приобрели при изучении разделов курса. При подготовке следует изучить предлагаемую литературу, конспекты лекций, ознакомиться с вопросами. Важно помнить, что рекомендуемые учебники и специальная литература при изучении курса, имеются в рекомендованном списке литературы в рабочей программе по данному курсу.</p> <p>Студенту предлагается ответить на 2 вопроса по выбранному билету, на подготовку к которым отводится 40 минут. На каждый вопрос студент отвечает 5-15 минут, еще 5 минут отводится на дополнительный вопрос, который может быть задан преподавателем из любого раздела курса по списку вопросов к зачету, выданных Студентам.</p>

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачётке или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.03.02 "Физика" и профилю подготовки "не предусмотрено".

**Приложение 2**  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
**Б1.Б.14.02 Численные методы и математическое  
моделирование**

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

**Основная литература:**

1. Бахвалов, Н. С. Численные методы : учебник / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - 9-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 636 с. - ISBN 978-5-00101-836-0.♦- Текст♦: электронный♦// Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/126099> (дата обращения: 28.07.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Слабнов, В. Д. Численные методы : учебник / В. Д. Слабнов. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 392 с. - ISBN 978-5-8114-4549-3.♦- Текст♦: электронный♦// Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/133925> (дата обращения: 28.07.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Горлач, Б. А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация : учебное пособие / Б. А. Горлач, В. Г. Шахов. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 292 с. - ISBN 978-5-8114-2168-8.♦- Текст♦: электронный♦// Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/103190> (дата обращения: 28.07.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Дополнительная литература:**

1. Турецкий, В. Я. Математика и информатика: Учебник / В.Я. Турецкий; Уральский государственный университет. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2007. - 560 с. (Высшее образование). - ISBN . - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/123828> (дата обращения: 28.07.2020). - Режим доступа: по подписке.

2. Темам, Р. Математическое моделирование в механике сплошных сред : учебное пособие / Р. Темам, А. Миранвиль ; под редакцией Г. М. Кобелькова ; перевод И. О. Арушаняна. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 323 с. - ISBN 978-5-00101-494-2.♦- Текст♦: электронный♦// Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94110> (дата обращения: 28.07.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Семенов, А. Г. Математическое и компьютерное моделирование : учебное пособие / А. Г. Семенов, И. А. Печерских. - КемГУ, 2019. - 237 с. - ISBN 978-5-8353-2427-9.♦- Текст♦: электронный♦// Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/134311> (дата обращения: 28.07.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Приложение 3**  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
**Б1.Б.14.02 Численные методы и математическое  
моделирование**

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая  
перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.