

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский



» 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

Математическое моделирование в физике

Направление подготовки: 44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

## 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) ведущий научный сотрудник, д.н. (профессор) Игнатьев Ю.Г. (НИЛ Космология, Институт физики), Ignatev-Yurii@mail.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
ПК-1	готовностью реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен демонстрировать способность и готовность:

Способность построения математической модели распределенной системы, определение типа уравнений и начальных/граничных условий;

различать классы уравнений математической физики, типы начальных и граничных условий и соответствующие основные типы задач их решения (Коши, Дирихле и т.п.);

выводить основные уравнения математической физики;

приводить уравнения 2-го порядка в частных производных к каноническому виду;

демонстрировать способность решения основных задач для уравнений Лапласа, Пуассона, волнового уравнения и уравнения теплопроводности;

провести анализ и решить основные задачи математической физики в системах компьютерной математики;

способность построения компьютерной модели соответствующего объекта или процесса, его визуализации.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.22 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 44.03.05 "Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)" (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 5 курсе в 9 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 - 0 часа(ов), лабораторные работы - 36 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 9 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. Вывод основных уравнений математической физики, классификация задач математической физики.	9	2	0	6	12

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Понятие об общем решении уравнения в частных производных. Уравнения с разделяющимися переменными (Метод Фурье).	9	4	0	8	12
3.	Тема 3. Решение основных задач математической физики в прикладном пакете Maple	9	6	0	10	14
4.	Тема 4. Математическое моделирование основных объектов и процессов, описываемых уравнениями математической физики, в прикладном математическом пакете.	9	6	0	12	16
	Итого		18	0	36	54

## 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

### Тема 1. Вывод основных уравнений математической физики, классификация задач математической физики.

Понятие об общем решении уравнения в частных производных. Классификация уравнений в частных производных второго порядка. Вариационные задачи, приводящие к уравнениям математической физики: колебания струны, распространение тепла, поле системы зарядов. Классификация уравнений математической физики и задач математической физики.

### Тема 2. Понятие об общем решении уравнения в частных производных. Уравнения с разделяющимися переменными (Метод Фурье).

Уравнения с разделяющимися переменными (Метод Фурье).

Задача Дирихле для круга.

Преобразование решения задачи Дирихле для круга. Интеграл Пуассона.

Первая краевая задача для однородных уравнений гиперболического типа и нулевых граничных условий.

Преобразование уравнений в частных производных второго порядка относительно двух переменных с помощью замены переменных. Уравнения эллиптического типа.

### Тема 3. Решение основных задач математической физики в прикладном пакете Maple

Первая краевая задача для однородных уравнений гиперболического типа и нулевых граничных условий.

Первая краевая задача для неоднородных уравнений гиперболического типа и нулевых граничных условий.

Первая краевая задача для неоднородных уравнений гиперболического типа и ненулевых граничных условий.

Вторая краевая задача для однородных уравнений параболического типа и нулевых граничных условий.

Вторая краевая задача для неоднородных уравнений параболического типа и нулевых граничных условий.

Вторая краевая задача для однородных уравнений гиперболического типа и нулевых граничных условий.

### Тема 4. Математическое моделирование основных объектов и процессов, описываемых уравнениями математической физики, в прикладном математическом пакете.

Задача об охлаждении бесконечной плоской пластины: численная реализация и построение динамической модели. Задача о колебаниях струны и стержня: численная реализация и построение динамической модели.

Задача о поле статической системы зарядов (2d и 3d): численная реализация и построение графической модели.

## 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

Игнатьев Ю.Г., Агафонов А.А. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИКИ: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ с примерами решения задач в СКМ Maple - [http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/MMTF\\_kfu.pdf](http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/MMTF_kfu.pdf)

Игнатьев Ю.Г. Математическое моделирование фундаментальных объектов и явлений. - [http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/mmm\\_eor-s.pdf](http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/mmm_eor-s.pdf)

сайт научного журнала "Пространство, время и фундаментальные взаимодействия" - [http://www.stfi.ru/journal/STFI\\_2016\\_04/STFI\\_2016\\_04\\_lgnat'ev3.pdf](http://www.stfi.ru/journal/STFI_2016_04/STFI_2016_04_lgnat'ev3.pdf)

## **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 (модуля).

## **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 3++ - 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)**

Голоскоков, Дмитрий Петрович. Практический курс математической физики в системе Maple - [https://eknigi.org/nauka\\_i\\_ucheba/54606-uravneniya-matematicheskoy-fiziki-reshenie-zadach.html](https://eknigi.org/nauka_i_ucheba/54606-uravneniya-matematicheskoy-fiziki-reshenie-zadach.html)

Е.А. Рындин МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ -

<http://mat.net.ua/mat/biblioteka/Rindin-Metodi-matfiziki.pdf>

Л.К. Мартинсон, Ю.И. Малов Дифференциальные уравнения математической физики -

[https://pdf.fictionbook.ru/pages/download\\_prew/?file=20056905](https://pdf.fictionbook.ru/pages/download_prew/?file=20056905)

Уравнения математической физики Сборник задач и упражнений - <http://booksee.org/dl/467475/43ee08>

Уравнения математической физики. Численные методы решения. - [http://ispu.ru/files/u2/Uravneniya\\_matfiziki.pdf](http://ispu.ru/files/u2/Uravneniya_matfiziki.pdf)

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Волновое уравнение является одним из наиболее важных объектов исследования математической физики. В общем случае, это уравнение является линейное гиперболическое дифференциальное уравнение в частных производных и используется для описания линейных волновых процессов различной физической природы. Например, уравнение описывает малые поперечные колебания струны, продольные колебания тонкого стержня, применяется при рассмотрении широкого круга волновых процессов акустики, гидродинамики, электродинамики. Для уравнений в частных производных, как правило, не ищут общие решения, а изучают различные постановки задач (задача Коши, смешанная задача, задача Штурма-Лиувилля и др.), включающие дополнительные условия, которые позволяют отобрать единственное решение, определяющее конкретный физический процесс. В одномерном случае волновое уравнение ? это одно из немногих уравнений в частных производных второго порядка, для которого можно найти общее решение.</p>
лабораторные работы	<p>Задача: Исследовать колебания круглой мембраны радиуса <math>a</math> с закрепленным краем при произвольных начальных условиях:  <math>u(r, 0) = f(r)</math>                      Задача сводится к интегрированию гиперболического уравнения (B)                      (где <math>c</math> - скорость звука в мембране) на плоскости  <math>(x, y)</math> в полярных координатах:  <math>x = r \cos(\phi)</math>  <math>y = r \sin(\phi)</math>                      (причем нас будут интересовать решения,                      зависящие только от времени и радиальной переменной, <math>u(r, t)</math>),                      удовлетворяющие произвольным начальным (A) и краевому, (C):  <math>u(a, t) = 0</math>                      (C)                      условиям.                      Разделение переменных                      Запишем уравнение (B) в полярных координатах, для вычисления оператора Лапласа используем библиотеку <code>linalg</code>:  <code>restart;</code>  <code>eq:=expand(linalg[laplacian](u(r,t),[r,phi],</code>  <code>coords=polar)=1/c^2*diff(u(r,t),t^2));</code>                      Запишем также начальные (A) и граничное (C) условия:  <code>init_c:=u(r,0)=f(r),D[2](u)(r,0)=g(r);</code>  <code>init_c := u(r, 0) = f(r), D[2](u)(r, 0) = g(r)</code>    <code>bound_c:=u(a,t)=0;</code>  <code>bound_c := u(a, t) = 0</code>  <code>U:=u(x,t)=X(x)*T(t);</code>  <code>U := u(x, t) = X(x) T(t)</code>                      Разделим переменные в уравнении, представляя функцию <math>u(r, t)</math>                      в виде произведения подставляя эту функцию в уравнение (B):    <code>U:=u(r,t)=R(r)*T(t);</code>  <code>U := u(r, t) = R(r) T(t)</code>                      и подставляя эту функцию в уравнение (A):    <code>Eq_1:=subs(U,eq);</code>                      Раскроем скобки в левой части уравнения, поделим результат на <math>u(x, t)</math>:  <code>Eq_2:=expand(lhs(Eq_1)/(R(r)*T(t)))=</code>  <code>expand(rhs(Eq_1)/(R(r)*T(t)));</code> </p>



Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Уравнения с разделяющимися переменными и алгоритм их решения</p> <p>Первоначально применимость метода РП ограничивалась уравнениями, которые можно привести к равенству выражений, зависящих от разных переменных. Для обыкновенных дифференциальных уравнений это равенство дифференциала выражения, зависящего только от искомой функции, дифференциалу выражения, зависящего только от независимой переменной:</p> $f(y)dy=g(x)dx,$ <p>для уравнений в частных производных ? равенство между собой функций от разных независимых переменных, например, в случае уравнений колебаний струны</p>
зачет	<p>Примерные вопросы к зачету:зачета подразумевают компьютерную реализацию.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация уравнений в частных производных.</li> <li>2. Преобразование лапласиана к цилиндрическим координатам.</li> <li>3. Преобразование уравнений в частных производных второго порядка относительно двух переменных с помощью замены переменных. Уравнения гиперболического типа.</li> <li>4. Преобразование уравнений в частных производных второго порядка относительно двух переменных с помощью замены переменных. Уравнения параболического типа.</li> <li>5. Преобразование уравнений в частных производных второго порядка относительно двух переменных с помощью замены переменных. Уравнения эллиптического типа.</li> <li>6. Классификация задач математической физики.</li> <li>7. Уравнения с разделяющимися переменными (Метод Фурье).</li> <li>8. Задача об охлаждении бесконечной плоской пластины.</li> <li>9. Задача Дирихле для круга.</li> <li>10. Преобразование решения задачи Дирихле для круга. Интеграл Пуассона.</li> <li>11. Первая краевая задача для однородных уравнений гиперболического типа и нулевых граничных условий.</li> <li>12. Первая краевая задача для неоднородных уравнений гиперболического типа и нулевых граничных условий.</li> <li>13. Первая краевая задача для неоднородных уравнений гиперболического типа и ненулевых граничных условий.</li> <li>14. Вторая краевая задача для однородных уравнений параболического типа и нулевых граничных условий.</li> <li>15. Вторая краевая задача для неоднородных уравнений параболического типа и нулевых граничных условий.</li> <li>16. Вторая краевая задача для однородных уравнений гиперболического типа и нулевых граничных условий.</li> <li>17. Задача об охлаждении бесконечной плоской пластины: реализация в пакете Maple.</li> <li>18. Задача Дирихле для круга: реализация в пакете Maple.</li> <li>19. Первая краевая задача для однородных уравнений гиперболического типа и нулевых граничных условий.</li> <li>20. Первая краевая задача для неоднородных уравнений гиперболического типа и нулевых граничных условий: реализация в пакете Maple.</li> <li>21. Первая краевая задача для неоднородных уравнений гиперболического типа и ненулевых граничных условий : реализация в пакете Maple.</li> <li>22. Вторая краевая задача для однородных уравнений параболического типа и нулевых граничных условий: реализация в пакете Maple.</li> <li>23. Вторая краевая задача для неоднородных уравнений параболического типа и нулевых граничных условий: реализация в пакете Maple.</li> <li>24. Вторая краевая задача для однородных уравнений гиперболического типа и нулевых граничных условий: реализация в пакете Maple.</li> </ol>

#### 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 зачёте 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 44.03.05 "Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)" и профилю подготовки "не предусмотрено".



*Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.22 Математическое моделирование в физике*

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

Направление подготовки: 44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

**Основная литература:**

1.Сабитов, К. Б. Уравнения математической физики: учебник / К. Б. Сабитов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 352 с. - ISBN 978-5-9221-1483-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59660> (дата обращения: 05.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2.Моделирование и виртуальное прототипирование: учебное пособие / Косенко И.И., Кузнецова Л.В., Николаев А.В., Олейник А.В. - Москва : Альфа-М: ИНФРА-М, 2016. - 176 с. (Технологический сервис) ISBN 978-5-98281-280-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/555214> (дата обращения: 05.03.2020). - Режим доступа: по подписке.

3.Егоров, А. И. Обыкновенные дифференциальные уравнения и система Maple: учебное пособие / Егоров А.И. - Москва : СОЛОН-Пресс, 2016. - 392 с.: ISBN 978-5-91359-205-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/858610> (дата обращения: 05.03.2020). - Режим доступа: по подписке.

**Дополнительная литература:**

1.Косарев Е.Л., Методы обработки экспериментальных данных / Косарев Е.Л. - 2-е изд., перераб. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 208 с. - ISBN 978-5-9221-0608-5 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922106085.html> (дата обращения: 05.03.2020). - Режим доступа: по подписке.

2.Березин Н.Ю., Театр физического эксперимента : учебное пособие: в 2 частях / Березин Н.Ю. - Новосибирск : Издательство НГТУ, 2017. - ISBN 978-5-7782-3316-4 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778233164.html> (дата обращения: 05.03.2020). - Режим доступа: по подписке.

3. Булавин, Л. А. Компьютерное моделирование физических систем: учебное пособие / Л.А. Булавин, Н.В. Выгорницкий, Н.И. Лебовка. - Долгопрудный: Интеллект, 2011. - 352 с. ISBN 978-5-91559-101-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/398942> (дата обращения: 05.03.2020). - Режим доступа: по подписке.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.22 Математическое моделирование в физике

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

Направление подготовки: 44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

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.