

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

Теория размерностей и математическое моделирование

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) заведующий кафедрой, к.н. Агафонов А.А. (кафедра высшей математики и математического моделирования, отделение педагогического образования), AIAAgafonov@kpfu.ru ; 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:

1. Проводить размерностный анализ математических моделей и выделять безразмерные комплексы.
2. На основе теории размерности определять характерные параметры движения механических систем.
3. На основе теории размерности определять характерные параметры движения электродинамических систем.
4. На основе теории размерности определять характерные параметры равновесия и колебаний плазменных систем.
5. На основе теории размерности определять характерные параметры движения систем с гравитационным и электромагнитным взаимодействиями.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.19 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 10 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 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 24 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 24 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 48 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 10 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. Основные понятия теории размерности.	10	0	0	4	4
2.	Тема 2. Основная теорема теории размерности.	10	0	0	4	8

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Исследование математических моделей электродинамических процессов на основе теории размерности.	10	0	0	4	8
4.	Тема 4. Исследование математических моделей плазмы на основе теории размерности.	10	0	0	6	12
5.	Тема 5. Исследование математических и компьютерных моделей самогравитирующей среды на основе теории размерности.	10	0	0	6	16
	Итого		0	0	24	48

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Основные понятия теории размерности.

Размерность физических величин. Эталоны физических величин. Основные системы размерности.

Соотношение между физическими величинами и математической моделью. Механические эталоны. Атомные и оптические эталоны. Размерность геометрических величин: длина, площадь, объем.

Связь геометрических и физических величин.

Тема 2. Основная теорема теории размерности.

Безразмерные комплексы. Основная теорема теории размерности и ее применение к решению задач механики.

Размерностный анализ геометрических задач. Размерностный анализ математической модели линейных колебаний при наличии сил трения. Размерностный анализ баллистической задачи. Размерностный анализ движения планет и законы Кеплера.

Тема 3. Исследование математических моделей электродинамических процессов на основе теории размерности.

Исследование математических моделей электродинамических процессов на основе теории размерности.

Размерностный анализ математической модели движения заряда в электромагнитных полях. Безразмерное время, ларморовская частота. Связь с конструкцией электродинамических устройств. Связь с электромагнитной локацией.

Тема 4. Исследование математических моделей плазмы на основе теории размерности.

Исследование математических моделей плазмы на основе теории размерности. Безразмерные комплексы для равновесной плазмы. Радиус Дебая-Хюккеля и ленгмюровская частота. Экранировка заряда в плазме.

Космическая плазма и плазма в проводниках. Электромагнитные колебания плазмы. Электрическое поле на контакте двух проводников.

Тема 5. Исследование математических и компьютерных моделей самогравитирующей среды на основе теории размерности.

Исследование математических и компьютерных моделей самогравитирующей среды на основе теории

размерности. Общий размерностный анализ. Скорость звука. Длина Джинса. Размеры и температуры звезд.

Равновесие плазмы в гравитационном поле. Характерный электрический заряд звезд. Электромагнитные поля звезд.

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

Игнатъев Ю.Г., Агафонов А.А. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИКИ: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ с примерами решения задач в СКМ Maple. Казань. 2016. 250 с. - http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/MMTF_kfu.pdf

Игнатъев Ю.Г. Математическое моделирование фундаментальных объектов и явлений - http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/mmm_eor-s.pdf

Э.А.Дибай, С.А. Каплан. Размерности и подобие астрофизических величин - <http://bookfi.net/book/1231846>

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)

Ю.Г. Игнатъев Математическое и компьютерное моделирование - http://www.stfi.ru/rpha/2014_5_Ignatiev.pdf

Ю.Г. Игнатъев Релятивистская кинетическая теория неравновесных процессов в гравитационных полях - http://www.stfi.ru/rpha/2013_3_Ignatiev.pdf

Ю.Г. Игнатъев, А.А. Агафонов Математические модели теоретической физики - http://www.stfi.ru/rpha/2016_7_Ignatiev.pdf

Ю.Г. Игнатьев Классическая космология и темная энергия - http://www.stfi.ru/rpha/2016_6_Ignatiev.pdf

Ю.Г. Игнатьев Неравновесная Вселенная: кинетические модели космологической эволюции - http://www.stfi.ru/rpha/2013_2_Ignatiev.pdf

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

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>{Провести размерностный анализ задачи двух тел с гравитационным притяжением.}</p> <p>{Построить компьютерную модель движения тела в однородном поле тяжести с учетом линейного трения}</p> <p>{Провести размерностный анализ задачи о движении тела в однородном поле тяжести с учетом линейного трения}</p> <p>{Провести размерностный анализ задачи о движении тела в однородном поле тяжести с учетом квадратичного трения}</p> <p>{Провести размерностный анализ задачи о малых колебаниях с учетом линейного трения}</p> <p>{Провести размерностный анализ задачи о малых колебаниях с учетом квадратичного трения}</p> <p>{Построить компьютерную модель малых колебаний с учетом линейного трения}</p> <p>{Построить компьютерную модель малых колебаний с учетом квадратичного трения}</p> <p>{Провести размерностный анализ задачи о нелинейных колебаниях с учетом линейного трения}</p> <p>{Построить компьютерную модель нелинейных колебаний с учетом линейного трения}</p> <p>{Провести размерностный анализ о движении тела в центральном поле тяжести}</p> <p>{Вывести законы Кеплера на основе теории размерности}</p> <p>{Размерностный анализ задачи о квадратуре круга}</p> <p>{Провести размерностный анализ электродинамической системы}</p> <p>{Провести размерностный анализ задачи об ускорении заряженной частицы в электромагнитном поле}</p> <p>{На основе теории размерности провести оценку максимального размера земного живого существа}</p> <p>{На основе теории размерности оценить интеграл $\int\limits_{-\infty}^{+\infty} e^{-\alpha x} f(x) dx$.}</p> <p>Проверить результат на интегрируемом примере.}</p> <p>{На основе теории размерности оценить интеграл $\int\limits_{-\infty}^{+\infty} e^{-\alpha x^2} f(x) dx$.}</p> <p>Проверить результат на интегрируемом примере.}</p> <p>{На основе теории размерности оценить объем и площадь поверхности фигуры $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$.}</p> <p>Сравнить результат с известным частным случаем.}</p> <p>{Провести размерностный анализ задачи о равновесии двухкомпонентной плазмы в электрическом поле.}</p> <p>{Провести размерностный анализ задачи о равновесии двухкомпонентной плазмы в гравитационном поле.}</p> <p>{Провести размерностный анализ задачи о колебании двухкомпонентной плазмы в электромагнитном поле.}</p> <p>{Провести размерностный анализ задачи о гравитационной устойчивости однородной жидкости.}</p> <p>{Провести размерностный анализ гравитационного и электромагнитного поля нейтронной звезды.}</p> <p>{Построить математическую модель равновесия плазмы в плоском электрическом поле}</p> <p>{Построить математическую модель равновесия плазмы в центрально симметричном электрическом поле}</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>В положительных науках, изучающих реальный окружающий нас мир, а не в абстрактных отношениях нашего ума, важное значение имеют \emph{фундаментальные принципы}. Принципы не являются \emph{законами} или строго доказываемыми утверждениями, а, скорее всего, являются некоторыми универсальными средствами познания мира, т.е., \emph{инструментами} разложения сложного на простые части. Эти инструменты возникают, а принципы формулируются по мере продвижения в познании мира. К таким фундаментальным принципам относится и \emph{принцип наименьшего действия}. Вот -- хронологическая последовательность установления этого принципа.</p> <ul style="list-style-type: none"> \begin{itemize} \item Пьер Ферма (1662) ПНД для света; \[-1em] \item Готфрид Лейбниц (1669) ввел понятие \it действия; \[-1em] \item Исаак Ньютон (1687) поставил и решил первую вариационную задачу; \[-1em] \item Леонард Эйлер (1744) опубликовал первую общую работу по вариационному исчислению; \[-1em] \item Пьер Луи де Мопертюи (1744) первая формулировка ПНД; \[-1em] \item Мопертюи и Леонард Эйлер (1746) более строгая формулировка ПНД; \[-1em] \item Жозеф Луи Лагранж (1760?1761) строгое понятие вариации функции и распространил принцип наименьшего действия на произвольную механическую систему; \[-1em] \item Карл Якоби (1837) геометрический подход, как нахождение экстремалей вариационной задачи в конфигурационном пространстве с неевклидовой метрикой -- при отсутствии внешних сил траектория системы представляет собой геодезическую линию в конфигурационном пространстве; \[-1em] \item Уильям Гамильтон (1834?1835) -- обобщение ПНД. \end{itemize} \vskip 12pt \noindent
зачет	<p>{Построить компьютерную модель малых колебаний с учетом квадратичного трения.}</p> <p>{Вывести законы Кеплера на основе теории размерности}</p> <p>{Провести размерностный анализ задачи о гравитационной устойчивости однородной жидкости.}</p> <p>}{Построить математическую модель равновесия плазмы в плоском электрическом поле.}</p> <p>}{Провести размерностный анализ гравитационного и электромагнитного поля нейтронной звезды.}</p> <p>{На основе теории размерности оценить интеграл $\int\limits_{-\infty}^{+\infty} x^{\alpha} x^2 f(x) dx$.}</p> <p>Проверить результат на интегрируемом примере.}</p> <p>{Провести размерностный анализ задачи о движении тела в однородном поле тяжести с учетом квадратичного трения}</p> <p>{На основе теории размерности оценить дальность полета баллистической ракеты.}</p> <p>}{На основе теории размерности оценить максимальную скорость бега человека, учитывая, что скорость распространения импульсов по нервным волокна равна 10 м/сек.}</p> <p>{Построить компьютерную модель движения тела в однородном поле тяжести с учетом линейного трения}</p> <p>{На основе теории размерности получить оценку гауссовой кривизны поверхности.}</p> <p>{Построить математическую модель равновесия плазмы в плоском электрическом поле.}</p> <p>{На основе теории размерности получить оценку кривизны кривой.}</p> <p>{Вывести законы Кеплера на основе теории размерности}</p> <p>{На основе теории размерности получить формулу для средней тепловой скорости движения заряженных частиц в плазме.}</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 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.19 Теория размерностей и математическое
моделирование**

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.Плохотников, К.Э. Метод и искусство математического моделирования: курс лекций / К.Э. Плохотников. - 2-е изд., стер. - Москва: ФЛИНТА, 2017. - 519 с. - ISBN 978-5-9765-1541-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1034329> (дата обращения: 13.03.2020). - Режим доступа: по подписке.

2.Игнатьев Ю. Г. Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple: [лекции для школы по математическому моделированию]/ Ю. Г. Игнатьев; Казан. (Приволж.) федер. ун-тет, Ин-т математики и механики им. Н. И. Лобачевского. Электронные данные (1 файл: 19,09 Мб). (Казань: Казанский федеральный университет, 2014). - Для 8-го, 9-го и 10-го семестров. - Текст : электронный. - URL: http://kpfu.ru/portal/docs/F597477196/05_120_000443.pdf (дата обращения: 13.03.2020). - Режим доступа: открытый.

3. Кирсанов, М. Н. Maple и Maple. Решения задач механики : учебное пособие / М. Н. Кирсанов. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 512 с. - ISBN 978-5-8114-1271-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/3174> (дата обращения: 13.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Петров, А. В. Моделирование процессов и систем : учебное пособие / А. В. Петров. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 288 с. - ISBN 978-5-8114-1886-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/68472> (дата обращения: 13.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1.Международная конференция по гравитации, космологии и астрофизике, российская гравитационная конференция. XV-я Российская гравитационная конференция 'Международная конференция по гравитации, космологии и астрофизике'; Международная школа по гравитации и космологии 'GRACOS-2014', Казань, 30 июня - 5 июля 2014 года: материалы конференции / [под общ. ред. д.ф.-м.н. Ю. Г. Игнатьева]. - Электронные данные (1 файл: 5,97 Мб). - (Казань : Казанский федеральный университет, 2014) . - Загл. с экрана . - Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань: Казанский университет, 2014. - Режим доступа: открытый. Оригинал копии: XV-я Российская гравитационная конференция 'Международная конференция по гравитации, космологии и астрофизике'; Международная школа по гравитации и космологии 'GRACOS-2014', Казань, 30 июня - 5 июля 2014 года : материалы конференции / [под общ. ред. д.ф.-м.н. Ю. Г. Игнатьева]. - Казань: Фолиант, 2014. - 247 с. - Текст : электронный. - URL: <http://libweb.kpfu.ru/ebooks/publicat/806560.pdf> (дата обращения: 13.03.2020). - Режим доступа: открытый.

2.Поршнев, С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : учебное пособие / С. В. Поршнев. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 736 с. - ISBN 978-5-8114-1063-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/650> (дата обращения: 13.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3.Самарский А.А., Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / Самарский А.А., Михайлов А.П. - 2-е изд., испр. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 320 с. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN592210120.html> (дата обращения: 13.03.2020). - Режим доступа: по подписке.

*Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.19 Теория размерностей и математическое
моделирование*

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.