

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



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Математические модели теоретической физики

Направление подготовки: 02.03.01 - Математика и компьютерные науки

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

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

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-4	способностью находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен демонстрировать способность и готовность:

1. Способность и готовность решать основные задачи теоретической механики и теории поля; понимать принцип наименьшего действия и принцип получения на основе его уравнений движения. Составлять уравнений Эйлера-Лагранжа для заданной функции действия; формулировать задачу Коши для уравнений Эйлера-Лагранжа.
2. Решать и исследовать задачи линейной теории колебаний аналитически и в пакете программ Maple; численно решать и исследовать в пакете Maple задачи теории нелинейных колебаний; строить конфигурационные и фазовые траектории колебаний. Решать и исследовать задачи механического движения в классическом поле тяжести, в том числе, в пакете Maple, уметь строить анимированные модели движения.
3. Способность применять математические методы к решению задач механики, как классической, так и релятивистской: групповые и тензорные методы исследования задач, ковариантно обобщать уравнения движения и записывать их в криволинейных координатах, находить линейные интегралы движения, в частности, определять линейные интегралы движения в поле центральных сил, производить алгебраические и дифференциальные операции над тензорами, строить дуальные тензоры по данному антисимметричному.
4. Численно решать и исследовать в пакете Maple уравнения геодезических в двумерных и трехмерных римановых пространствах, строить решение для геодезических в поле Черной дыры изображать их графически, производить алгебраические и дифференциальные операции над тензорами в пакете Maple, в частности, строить уравнения геодезических, вычислять тензоры кривизны и Риччи. Понимать связь уравнений геодезических с теорией геометрической оптики.
5. Вычислять тензор Максвелла и дуальный к нему по заданному векторному потенциалу, вычислять тензор энергии-импульса электромагнитного поля по заданному тензору Максвелла, вычислять ковариантную дивергенцию от тензора энергии-импульса, вычислять тензор энергии-импульса идеальной жидкости и получать законы сохранения, вычислять инварианты электромагнитного поля, производить вычисления с обобщенными функциями, в частности, с функцией Дирака, в том числе, в пакете Maple, записывать уравнения Максвелла в криволинейных координатах, получать закон сохранения заряда из ковариантных уравнений Максвелла, решать уравнения Максвелла в вакууме, в частности, в сферической системе координат для точечного заряда с помощью свойств функции Дирака.
6. Составлять нерелятивистские и релятивистские уравнения движения заряда в электромагнитных полях, в частности, в постоянных скрещенных электрическом и магнитном полях, численно решать уравнения движения заряда в скрещенных электромагнитных полях в пакете Maple, строить конфигурационные и фазовые траектории движения, строить анимационные трехмерные модели движения.
7. Проводить вычисления с тензорами Римана, Риччи и Эйнштейна, понимать основные положения теории гравитации и космологии, понимать геометрию изотропного пространства, знать основные решения уравнений Эйнштейна: решения Шварцшильда и Фридмана.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.4 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 02.03.01 "Математика и компьютерные науки (Математическое и компьютерное моделирование)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 3 курсе в 6 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 6 зачетных(ые) единиц(ы) на 216 часа(ов).

Контактная работа - 68 часа(ов), в том числе лекции - 32 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 121 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 27 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 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. Принцип наименьшего действия	6	4	6	0	16
2.	Тема 2. Теория колебаний	6	4	4	0	16
3.	Тема 3. Релятивистская физика и теория тензорных вычислений	6	6	6	0	18
4.	Тема 4. Ковариантные производные от тензора	6	4	4	0	17
5.	Тема 5. Электродинамика	6	4	4	0	18
6.	Тема 6. Вывод ковариантных уравнений Максвелла. Уравнения движения заряда в электромагнитном поле. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля.	6	4	6	0	18
7.	Тема 7. Тензоры кривизны, Риччи, скалярная кривизна. Элементы теории гравитации.	6	6	6	0	18
	Итого		32	36	0	121

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Принцип наименьшего действия

Понятие о динамической системе, ее размерности, конфигурационном и фазовом пространстве. Примеры динамических систем. Понятие о вариации функции и элементы вариационного исчисления. Вывод уравнения Эйлера-Лагранжа из принципа наименьшего действия. Закон сохранения энергии. Гамильтонова формулировка уравнений движения. Линейные интегралы движения, законы сохранения и их связь с симметрией системы. Второй и третий законы Ньютона.

Тема 2. Теория колебаний

Равновесная динамическая система и метод малых возмущений. Уравнения линейных колебаний. Диссипативные процессы. Общее решение уравнения одномерных линейных колебаний, биения и резонансы, конфигурационные и фазовые траектории линейных колебаний, компьютерное моделирование линейных колебаний. Вывод уравнения одномерных нелинейных колебаний для потенциала 4-го порядка. Понятие о спонтанном нарушении симметрии.

Тема 3. Релятивистская физика и теория тензорных вычислений

Релятивистская физика. Четырехмерный интервал и изотропные гиперповерхности. Геометрия четырехмерного псевдоевклидова пространства. Преобразования Лоренца - Пуассона. Принцип ковариантности. Ковариантные производные. Ковариантное обобщение уравнений механики. Определение тензора. Алгебраические операции над тензорами.

Тема 4. Ковариантные производные от тензора

Ковариантные дифференциальные операторы 1-го и 2-го порядков. Дискриминантный тензор и его связь с площадью и объемом. Вывод уравнений геодезических из уравнений Эйлера-Лагранжа. Принцип Ферма и геометрическая оптика неоднородной анизотропной среды. Ковариантные дифференциальные операторы 1-го и 2-го порядков.

Тема 5. Электродинамика

Дискриминантный тензор и его связь с площадью и объемом. Тензор Максвелла и дуальный тензор. Закон сохранения заряда. Вывод его из уравнения непрерывности. Плотность точечного заряда. delta-функция Дирака и ее свойства. Четырехмерный векторный потенциал и тензор Максвелла. Псевдоскаляры и псевдовекторы.

Тема 6. Вывод ковариантных уравнений Максвелла. Уравнения движения заряда в электромагнитном поле. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля.

Закон сохранения заряда. Вывод его из уравнения непрерывности. Плотность точечного заряда. delta-функция Дирака и ее свойства. Четырехмерный векторный потенциал и тензор Максвелла. Функция Лагранжа для электромагнитного поля. Вывод ковариантных уравнений Максвелла. Частные решения уравнений Максвелла. Электромагнитное поле точечного заряда. Уравнения движения заряда в электромагнитном поле. Вывод из принципа наименьшего действия. Тензор энергии-импульса. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля.

Тема 7. Тензоры кривизны, Риччи, скалярная кривизна. Элементы теории гравитации.

Тензоры кривизны, Риччи, скалярная кривизна. Тожества Бьянки и уравнения Эйнштейна. Движение пробных тел в релятивистских полях тяготения. Релятивистские канонические уравнения движения. Уравнения движения частицы в скалярном поле. Тензор энергии-импульса идеальной жидкости. Уравнения движения идеальной жидкости как дифференциальное следствие уравнений Эйнштейна.

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 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)

Игнатьев Ю.Г. Релятивистская кинетическая теория неравновесных процессов в гравитационных полях - <http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/IgnAnnotation.htm>

Ю.Г. Игнатьев, А.А. Агафонов, Математические модели теоретической физики с примерами решения задач в СКМ Maple - http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/MMTF_kfu.pdf

Ю.Г. Игнатьев, Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple - http://vuz.exponenta.ru/PDF/book/mmm_eor-s.pdf

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.
практические занятия	Выполнение практических заданий производится на практических занятиях на основе пройденной темы. Преподаватель в начале занятия объясняет общие приемы работы, принципы выполнения работы, выдает задание по вариантам, в ходе занятия вносит корректирующие поправки, направляет ход работы студентов. Выполненные задания студенты представляют преподавателю и отвечают на контрольные вопросы, связанные с выполнением задания.
самостоятельная работа	Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня. Этот вид работы предусматривает следующие виды учебной деятельности: подготовка к практическим занятиям, подготовка к коллоквиуму, выполнение домашних работ, выполнение индивидуальных работ, выполнение контрольных работ, конспектирование, подготовка к зачету и экзамену. Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	Изучение каждой дисциплины заканчивается определенными методами контроля, к которым относятся: текущая аттестация, зачеты и экзамены. Требования к организации подготовки к зачету те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. При подготовке к зачету у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом опорные конспекты лекций. Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний. Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

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 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" и профилю подготовки "Математическое и компьютерное моделирование".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.4 Математические модели теоретической физики

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 02.03.01 - Математика и компьютерные науки

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Основная литература:

1. Игнатъев, Юрий Геннадиевич. Математические основы физики : с примерами решения задач в СКМ Maple : [учебник] / Ю. Г. Игнатъев, А. А. Агафонов ; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Ин-т математики и механики им. Н. И. Лобачевского .- Казань : [Казанский университет], 2016 .- 239 с.
2. Игнатъев, Юрий Геннадиевич. Классическая космология и темная энергия : [компьютерное моделирование в гравитации] / Ю. Г. Игнатъев ; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Ин-т математики и механики им. Н. И. Лобачевского .- Казань : Казанский университет : [Издательство АН РТ], 2016 .- 247 с.
3. Игнатъев, Юрий Геннадиевич. Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple : [лекции для школы по математическому моделированию] / Ю. Г. Игнатъев ; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Ин-т математики и механики им. Н. И. Лобачевского .- Казань : Казанский университет, 2014 .- 297 с.
4. Игнатъев, Юрий Геннадиевич. Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple [Текст: электронный ресурс] : [лекции для школы по математическому моделированию] / Ю. Г. Игнатъев ; 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) .- Загл. с экрана .- Для 8-го, 9-го и 10-го семестров. Режим доступа: открытый.
URL:http://libweb.kpfu.ru/ebooks/05-IMM/05_120_000443.pdf.
5. Кирсанов М. Н. Теоретическая механика. Сборник задач: Учебное пособие / М.Н. Кирсанов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 430 с.: 60x90 1/16. - <http://znanium.com/bookread2.php?book=487544>
6. Гусейханов, М.К. Основы астрофизики [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.К. Гусейханов. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 208 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/93593/#1>
7. Гусейханов, М.К. Основы космологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.К. Гусейханов. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 192 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/109504/#1>

Дополнительная литература:

1. Строение и эволюция Вселенной / Я.Б. Зельдович, И.Д. Новиков .- Москва : Наука, 1975 .- 736 с.
2. Лекции по численным методам математической физики: Учебное пособие / М.В. Абакумов, А.В. Гулин; МГУ им. М.В. Ломоносова - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 158 с.: 60x88 1/16. (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка)
ISBN 978-5-16-006108-5, 500 экз. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=364601>
3. Плохотников, К.Э. Метод и искусство математического моделирования [Электронный ресурс] : курс лекций / К.Э. Плохотников. - М. : ФЛИНТА, 2012. - 519 с. - ISBN 978-5-9765-1541-3 - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=456334>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.4 Математические модели теоретической физики

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

Направление подготовки: 02.03.01 - Математика и компьютерные науки

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.