

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
_____ Д.А. Таюрский
"___" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Математические основы обработки астрономических данных

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: Астрофизика и космология

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

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): старший преподаватель, к.н. Усанин В.С. (Кафедра астрономии и космической геодезии, Отделение астрофизики и космической геодезии), Vladimir.Usanin@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Шиманская Н.Н. (Кафедра астрономии и космической геодезии, Отделение астрофизики и космической геодезии), Nelli.Shimanskaya@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-3 | Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные |
| ПК-2 | Владение методами физического, математического и алгоритмического моделирования при анализе научных проблем астрономии и смежных наук |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- фундаментальные понятия теории вероятностей;
- методы статистической обработки наблюдений в вопросах, наиболее часто встречающихся в астрономической практике: обработка рядов двукратных измерений, малочисленных выборок, установления корреляции между отдельными рядами;
- основы методов оптимизации;
- основы численных методов;
- операционные системы;
- языки программирования и программные средства, часто применяемые для решения научно-технических задач, как в сфере профессиональной астрономии, так и в смежных областях.

Должен уметь:

- пользоваться на практике при решении конкретных задач фундаментальными понятиями теории вероятностей: математическое ожидание, дисперсия, нормальное распределение, распределение хи-квадрат и пр.;
- интерполировать и аппроксимировать наблюдательные данные;
- определять оптимальное решение в задаче;
- работать в разных операционных системах,
- составить программу на выбранном языке программирования.

Должен владеть:

- современными методами обработки наблюдательных данных;

Должен демонстрировать способность и готовность:

- оперировать фундаментальными понятиями теории вероятностей, готовность применять их для статистической обработки наблюдений в вопросах, наиболее часто встречающихся в астрономической практике;
- работать в операционных системах,
- составлять программы на языках программирования.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.32 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.05.01 "Астрономия (Астрофизика и космология)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 1, 2 курсах в 2, 3 семестрах.

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 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 74 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 2 часа(ов).

Самостоятельная работа - 70 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 семестре; 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 | Се-местр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | | | | Само-стоя-тель-ная ра-бота |
|----|---|----------|--|--------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | | | Лекции, всего | Лекции в эл. форме | Практи-ческие занятия, всего | Практи-ческие в эл. форме | Лабора-торные работы, всего | Лабора-торные в эл. форме | |
| 1. | Тема 1. Введение. | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 8 |
| 2. | Тема 2. Задачи одномерной оптимизации. | 2 | 8 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 9 |
| 3. | Тема 3. Задачи многомерной оптимизации. | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 9 |
| 4. | Тема 4. Численные методы приближения функций. | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 9 |
| 5. | Тема 5. Обработка рядов наблюдений. Дисперсионный и корреляционный анализ. | 3 | 6 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 12 |
| 6. | Тема 6. Нормальное распределение и его характеристики. Распределение Стьюдента. Распределение хи-квадрат. | 3 | 8 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 12 |
| 7. | Тема 7. Непараметрические методы обработки наблюдений. | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 11 |
| | Итого | | 36 | 0 | 0 | 0 | 36 | 0 | 70 |

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение.

Виды моделей (материальные, информационные). Математическая модель, виды данных моделей: линейные, нелинейные, статистические, динамические, статические, оптимизационные. Способы решения задач: аналитически, геометрически, численные методы.

Виды численных методов: точные (прямые), приближенные (итерационные); краткая характеристика методов. Точностью вычислений.

Методы оптимизации. Основные понятия: параметры плана, целевая функция, виды задач оптимизации (безусловная, условная (задача с ограничениями)). Пример постановки задачи.

Тема 2. Задачи одномерной оптимизации.

Задачи одномерной оптимизации. Унимодальная функция. Интервал неопределенности .

Безусловные задачи одномерной оптимизации, постановка задачи. Три этапа стратегии методов поиска. Пассивная стратегия, последовательная стратегия.

Метод простого перебора, дихотомии, золотого сечения, Фибоначчи. Преимущества и недостатки методов.

Тема 3. Задачи многомерной оптимизации.

Задачи многомерной оптимизации. Безусловные задачи многомерной оптимизации: аналитический метод решения; метод покоординатного спуска (метод Гаусса-Зейделя), геометрическая интерпретация метода для случая двух переменных; метод градиентного спуска с постоянным шагом, градиент, метод градиентного спуска с переменным шагом, геометрическая интерпретация метода для случая двух переменных.

Условные задачи многомерной оптимизации. Математическая модель линейной оптимизационной задачи. Допустимое решение, оптимальное решение. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования.

Тема 4. Численные методы приближения функций.

Методы приближения функций. Понятия аппроксимации и интерполяции данных. Локальная и глобальная интерполяции. Экстраполяция и интерполяция. Линейная интерполяция.

Интерполяция полиномом Лагранжа, коэффициенты Лагранжа. Интерполяция полиномом Ньютона, конечные разности. Точность интерполяции. Повышение точности интерполяции.

Тема 5. Обработка рядов наблюдений. Дисперсионный и корреляционный анализ.

Обработка рядов наблюдений. Ошибки функции и аргумента. Аппроксимация функций методом наименьших квадратов. Уравнения прямой и обратной регрессии.

Вывод системы нормальных уравнений для определения коэффициентов прямой и обратной регрессии. Корреляция данных и ее значения в оценке наблюдений. Функциональная связь, вероятностная связь. Графическое представление основных понятий корреляционного и регрессионного анализа.

Дисперсионный анализ

Тема 6. Нормальное распределение и его характеристики. Распределение Стьюдента. Распределение хи-квадрат.

Случайная величина и её характеристики. Нормальное распределение и его характеристики.

Распределение Стьюдента: критерии однородности, доверительный интервал.

Оценка точности малочисленных выборок. Асимметрия и эксцесс как критерии отсутствия систематического хода.

Доверительные интервалы для основных характеристик ряда наблюдений. Оценка точности по ряду двойных однотипных измерений.

Тема 7. Непараметрические методы обработки наблюдений.

Законы распределения случайной величины. Гипотезы о законе распределения.

Непараметрические методы сравнения независимых выборок. Ранговые критерии. Метод Мостеллера. Упрощённый критерий Розенбаума. Ранговые критерии. Сравнение двух независимых выборок по Колмогорову и Смирнову. Ранговый критерий Зигеля и Тьюки.

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 науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/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

еКнига: - http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_45_000906.pdf

еКнига: Электронная копия: Казань [Издательство Казанского университета] 2014 - <http://libweb.kpfu.ru/ebooks/publicat/0-809497.pdf>

DSpace КФУ - http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/net/109538/1/UMP_TS_2017.pdf

еКнига: Электронная копия: Казань Казанский государственный университет 2006 - http://libweb.kpfu.ru/ebooks/09_66%20_ds006.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 (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)

FORTRAN Library - <http://www.fortranlib.com/>

Интегральный каталог ресурсов Федеральный портал "Российское образование" - <http://siop-catalog.informika.ru/>

Параллельные вычисления в ИММ УрО РАН - parallel.imm.uran.ru/freesoft/fortran_imm/fortran_sites.html

Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru/>

Федеральный фонд учебных курсов - <http://www.ido.edu.ru/ffec/econ-index.html>

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. |

| Вид работ | Методические рекомендации |
|------------------------|--|
| лабораторные работы | Лабораторные занятия - существенный элемент учебного процесса в организации высшего образования, в ходе которого обучающиеся фактически впервые сталкиваются с самостоятельной практической деятельностью в конкретной области. Лабораторные занятия, как и другие виды практических занятий, являются средним звеном между углубленной теоретической работой обучающихся на лекциях, семинарах и применением знаний на практике. Эти занятия удачно сочетают элементы теоретического исследования и практической работы. Выполняя лабораторные работы, студенты лучше усваивают программный материал, так как многие определения, казавшиеся отвлеченными, становятся вполне конкретными, происходит соприкосновение теории с практикой, что в целом содействует пониманию сложных вопросов науки и становлению студентов как будущих специалистов. |
| самостоятельная работа | Самостоятельная работа студентов по изучаемой дисциплине предполагает более глубокую проработку ими отдельных тем курса, определенных программой. Основными видами и формами самостоятельной работы студентов по данной дисциплине являются: подготовка сообщений и докладов к семинарским занятиям; самоподготовка по вопросам; написание рефератов; подготовка к зачету. |
| зачет | Наиболее ответственным этапом в обучении студентов является зачетная сессия. На ней студенты отчитываются о выполнении учебной программы, об уровне и объеме полученных знаний. Залогом успешной сдачи зачета являются систематические занятия в течение семестра. Однако необходима и специальная работа в период сессии. Задачи студента в период зачетной сессии - это повторение, обобщение и систематизация изученного материала. Сначала следует внимательно посмотреть программу, установить наиболее трудные, наименее усвоенные разделы. Повторение рекомендуется вести по темам программы и по главам учебника. В процессе повторения анализируются и систематизируются все знания, накопленные при изучении программного материала: данные учебника, записи лекций, конспекты прочитанных книг, заметки, сделанные во время консультаций, результаты практических и лабораторных занятий. Установите четкий ритм работы и режим дня. Разумно чередуйте труд и отдых, питание, нормальный сон и пребывание на свежем воздухе |

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 специальности: 03.05.01 "Астрономия" и специализации "Астрофизика и космология".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.32 Математические основы обработки астрономических данных

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: Астрофизика и космология

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Основная литература:

1. Каймин, В. А. Информатика: учебник / Каймин В. А. - 6-е изд. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 285 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-003778-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/542614> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: по подписке.
2. Акулич, И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах : учебное пособие / И. Л. Акулич. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 352 с. - ISBN 978-5-8114-0916-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2027> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Федотова, Е. Л. Информатика. Курс лекций : учебное пособие / Е. Л. Федотова, А. А. Федотов. - Москва : ФОРУМ, ИНФРА-М, 2018. - 480 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0448-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/914260> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: по подписке.
4. Киреев, В. И. Численные методы в примерах и задачах : учебное пособие / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. - 4-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 448 с. - ISBN 978-5-8114-1888-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/65043> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Савенкова, Н. П. Численные методы в математическом моделировании : учебное пособие / Н.П. Савенкова, О.Г. Проворова, А.Ю. Мокин. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ИНФРА-М, 2019. - 176 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00024-019-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1013459> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Боровков, А. А. Математическая статистика : учебник / А. А. Боровков. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. - 704 с. - ISBN 978-5-8114-1013-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/3810> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников : учебное пособие / А. И. Кобзарь. - 2-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 816 с. - ISBN 978-5-9221-1375-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59747> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Попов, Владимир Александрович. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике / В. А. Попов, М. Х. Бренерман ; Казан. гос. ун-т, Физ. фак. - Электронные данные (1 файл: 1,15 Мб).- (Казань : Казанский федеральный университет, 2014) . - Загл. с экрана. - Оригинал копии: Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике / В. А. Попов, М. Х. Бренерман ; Казан. гос. ун-т, Физ. фак. - Казань: Изд-во Казанского государственного университета, 2008. - 117, [2] с. : ил. - Текст : электронный. - URL: <http://libweb.kpfu.ru/ebooks/publicat/0-773541.pdf> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: открытый.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.32 Математические основы обработки астрономических
данных

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

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: Астрофизика и космология

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

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.