

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Мурманский арктический государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «МАГУ»)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.ДВ.01.02 Экспериментальное исследование верхней атмосферы Земли**  
(название дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

**основной профессиональной образовательной программы  
по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре**

**05.06.01 Науки о Земле**

**направленность (профиль) Науки об атмосфере и климате**  
(код и наименование направления подготовки)

с указанием направленности (наименования магистерской программы))

**высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации**

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование – специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

квалификация

**заочная**

форма обучения

**2021**

год набора

**Составитель(и):** Намгаладзе А.А.,  
доктор физико-математических наук,  
профессор

Утверждена на заседании кафедры  
математики, физики и информационных  
технологий  
факультета математических и естественных  
наук  
(протокол № 06 от 17.02.2022г.)

Зав. кафедрой



Ляш О.И.

## **1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Цель** дисциплины - формирование у аспирантов системы фундаментальных и прикладных знаний, навыков организации, планирования и обработки данных экспериментальных исследований верхней атмосферы Земли

В результате освоения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- основные методы проведения научного исследования;
- способы осуществления научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;
- основы проектного подхода и гибких методологий планирования применительно к преподавательской деятельности в области физики верхней атмосферы и ее экспериментального исследования.

### **Уметь:**

- планировать стадии научного исследования применительно к своей проблемной области;
- адаптировать результаты современных исследований в области физики средней и верхней атмосферы Земли для решения актуальных фундаментальных и прикладных задач в области мониторинга и прогнозирования состояния околоземной среды;
- использовать современные методы планирования преподавательской деятельности в области физики верхней атмосферы и ее экспериментального исследования.

### **Владеть:**

- навыками проведения научного исследования;
- навыком адаптации результатов современных исследований в области физики средней и верхней атмосферы Земли для решения актуальных фундаментальных и прикладных задач в области мониторинга и прогнозирования состояния околоземной среды
- навыком использования проектного подхода и современных методов планирования преподавательской деятельности в области физики верхней атмосферы и ее экспериментального исследования.

## **2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

**В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:**

### **ОПК-2:**

Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования

### **ПК-4:**

способность адаптировать результаты современных исследований в области физики средней и верхней атмосферы Земли, включая влияние ионосферы на распространение радиоволн, для решения актуальных фундаментальных и прикладных задач в области мониторинга и прогнозирования состояния околоземной среды

## **3. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина относится к вариативной части образовательной программы по направлению подготовки 05.06.01 Науки о Земле, Направленность (профиль): Физика атмосферы и гидросферы.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы или 108 часов, из расчета 1 ЗЕТ = 36 часов.

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕТ	Общая трудоемкость (час.)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС	Курсовые работы	Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ						
2	3	3	108	6	12	-	18		86	-	4	зачет
Итого:		3	108	6	12	-	18		86	-	4	зачет

**5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ.**

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС	Кол-во часов на контроль
		ЛК	ПР	ЛБ				
1	Инструментальные средства наблюдений параметров верхней атмосферы Земли. Активный эксперимент.	4	8	-	8	-	76	-
2	Планирование проведения эксперимента. Проектный подход. Гибкие методологии.	2	4	-	10	-	10	-
	Зачет							4
	<b>Всего</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>86</b>	<b>9</b>

**Тема 1.** Инструментальные средства наблюдений параметров верхней атмосферы Земли. Активный эксперимент.

Задачи и основные методы современных исследований верхней атмосферы Земли.

Радиозондирование ионосферы. Вертикальное зондирование с помощью ионозондов. Физические принципы. Интерпретация ионограмм. Зондирование ионосферы сверху (спутниковое зондирование). Наклонное и возвратно-наклонное зондирование. Радары частичных отражений. Физические принципы. Данные радара частичных отражений ПГИ, обсерватория Туманный. Радары некогерентного рассеяния. Физические принципы.

Спутниковые *in situ* измерения. Данные спутниковых наблюдений.

Ракетные и баллонные наблюдения.

Магнитометрические измерения. Индексы геомагнитной активности (Kp, Ap/ap, AE, AL, AU, AO, ASY, SYM, Dst, PC). Способы их определения и интерпретация. Спокойные и возмущенные дни.

Зондирование ионосферы с использованием глобальных навигационных систем (ГЛОНАСС, GPS). Полное электронное содержание. Мониторинг состояния ионосферы с помощью группировок низкоорбитальных спутников. Данные COSMIC/FORMOSAT3.

Лидарные измерения.

Активные методы проведения исследований. Ракетные эксперименты. Эксперименты по нагреву ионосферы. HAARP, радиокомплекс Сура.

Применения эмпирических и теоретических моделей для коррекции, обогащения и интерпретации данных наблюдений.

**Тема 2.** Планирование проведения эксперимента. Проектный подход. Гибкие методологии.

Основы проектного управления. Жизненный цикл и методологии управления проектом. Инициация проекта. Определение миссии, цели, критериев достижения целей проекта. Планирование ресурсов. Бюджетирование и организация закупок. Управление рисками. Контроль исполнения проекта. Управление качеством. Итеративные улучшения. Принятие решений в условиях неопределенности (неполных данных). Гибкие методологии управления проектом.

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **Основная литература**

1. Manda M., Korte M. (eds) Geomagnetic Observations and Models. IAGA Special Sopron Book Series, vol 5. Springer, Dordrecht. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-90-481-9858-0>

2. Аппело, Ю. Agile-менеджмент. Лидерство и управление командами=Management 3.0. Leading Agile Developers, Developing Agile Leaders : [12+] / Ю. Аппело ; науч. ред. А. Обухова ; ред. А. Черникова ; пер. с англ. А. Олейник. – Москва : Альпина Паблишер, 2018. – 534 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=570321> (дата обращения: 28.05.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9614-6361-3. – Текст : электронный

3. Горелов, С. В. Модели и методы планирования экспериментов : методические указания / С. В. Горелов. — Новосибирск : СГУВТ, 2018. — 48 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147154> (дата обращения: 28.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Дистанционное зондирование Земли : учебное пособие / В. М. Владимиров, Д. Д. Дмитриев, В. Н. Тяпкин, Ю. Л. Фатеев. — Красноярск : СФУ, 2014. — 196 с. — ISBN 978-5-7638-3084-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. —

URL: <https://e.lanbook.com/book/64590> (дата обращения: 24.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Зуб, А. Т. Управление проектами : учебник и практикум для вузов / А. Т. Зуб. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 422 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00725-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469084> (дата обращения: 24.05.2021).

6. Казаков, А. В. Планирование эксперимента и измерение физических величин : учебное пособие / А. В. Казаков. — Пермь : ПНИПУ, 2014. — 89 с. — ISBN 978-5-398-01191-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160896> (дата обращения: 28.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Москвин, С. Н. Управление проектами в сфере образования : учебное пособие для вузов / С. Н. Москвин. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 139 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11817-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/476428> (дата обращения: 24.05.2021).

8. Нестеров, Н. И. Планирование и обработка результатов эксперимента : учебное пособие / Н. И. Нестеров. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 141 с. — ISBN 978-5-906920-25-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121816> (дата обращения: 28.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Нехорошкова, Л. Г. Информационное моделирование и анализ требований : учебное пособие : [16+] / Л. Г. Нехорошкова. — Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2020. — 146 с. : ил., табл., схем. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=615678> (дата обращения: 28.09.2021). — Библиогр.: с. 113-114. — ISBN 978-5-8158-2209-2. — Текст : электронный.

10. Планирование эксперимента и обработка экспериментальных данных на ЭВМ : учебное пособие. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2014 — Часть 1 : Обработка экспериментальных данных на ЭВМ — 2014. — 88 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180145> (дата обращения: 28.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

11. Планирование, организация, проведение эксперимента и патентоведение : учебное пособие / Т. В. Рязанова, Н. Ю. Демиденко, И. С. Почкутов, О. Н. Еременко. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2019. — 88 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147489> (дата обращения: 28.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

12. Преображенская, Т. В. Управление проектами : учебное пособие : [16+] / Т. В. Преображенская, М. Ш. Муртазина, А. А. Алетдинова ; Новосибирский государственный технический университет. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 123 с. : ил., табл. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574957> (дата обращения: 28.05.2021). — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-7782-3558-8. — Текст : электронный.

13. Радченко, Ю. С. Методы Обработки И Планирования Эксперимента : учебно-методическое пособие / Ю. С. Радченко, А. В. Захаров, А. В. Зюльков. — Воронеж : ВГУ, 2016 — Часть 1 : Оценка Распределений И Их Параметров — 2016. — 39 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165341> (дата обращения: 28.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

14. Радченко, Ю. С. Методы обработки и планирования эксперимента : учебно-методическое пособие / Ю. С. Радченко. — Воронеж : ВГУ, 2017 — Часть 2 : Проверка гипотез, аппроксимация распределений — 2017. — 32 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/154763> (дата обращения: 28.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

15. Смирнов, А. А. Распространение декаметровых волн в ионосфере : монография / А. А. Смирнов. — Ставрополь : СКФУ, 2017. — 181 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/155162> (дата обращения: 24.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

16. Статистическая обработка экспериментальных данных. Язык R в задачах планирования эксперимента : учебное пособие / А. С. Тарасов, И. А. Орлова, Е. С. Геращенко [и др.]. — Рязань : РГРТУ, 2018. — 32 с. — ISBN 978-5-6041320-6-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168237> (дата обращения: 28.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

17. Щурин, К. В. Планирование и обработка результатов эксперимента : учебное пособие / К. В. Щурин, О. А. Копылов, И. Г. Панин. — Королёв : МГОТУ, 2019. — 196 с. — ISBN 978-5-00140-385-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140930> (дата обращения: 28.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **Дополнительная литература**

1. Брюнелли Б.Е., Намгаладзе А.А., Физика ионосферы, М., Наука, 1988.
2. Грач, С. М. Взаимодействие мощных радиоволн с ионосферой : учебное пособие / С. М. Грач. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012 — Часть 1 : Возбуждение плазменной турбулентности в верхней ионосфере — 2012. — 58 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152982> (дата обращения: 24.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Грач, С. М. Взаимодействие мощных радиоволн с ионосферой : учебное пособие / С. М. Грач, Е. Н. Сергеев, А. В. Шиндин. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2017 — Часть 2 : Плазменная турбулентность и искусственное радиоизлучение ионосферы — 2017. — 50 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153504> (дата обращения: 24.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Кузьмин, В. И. Физика Земли. Строение атмосферы и гидросферы Земли : учебное пособие / В. И. Кузьмин. — Новосибирск : СГУГиТ, 2017. — 269 с. — ISBN 978-5-906948-49-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157315> (дата обращения: 24.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Дементьев, Ю. В. Космическая геодезия : учебное пособие / Ю. В. Дементьев. — Новосибирск : СГУГиТ, 2017. — 120 с. — ISBN 978-5-906948-80-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157312> (дата обращения: 24.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В образовательном процессе используются:

– специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории);

– помещения для самостоятельной работы (оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета);

– помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

#### **7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ:**

1. Свободное программное обеспечение Python3
2. Свободные научные Python-библиотеки NumPy, SciPy, xarray, Pandas, matplotlib
3. Свободная среда интерактивных вычислений Jupyter Notebooks
4. Microsoft Office

#### **7.2 ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ:**

1. ЭБС «Издательство Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>;
2. ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>;
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [Электронный ресурс]: электронно-периодическое издание; программный комплекс для организации онлайн-доступа к лицензионным материалам / ООО «НексМедиа». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/>.

#### **7.3 СОВРЕМЕННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ**

1. Информационно-аналитическая система SCIENCE INDEX
2. Электронная база данных Scopus
3. Базы данных компании CLARIVATE ANALYTICS

#### **7.4 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>
2. ООО «Современные медиа технологии в образовании и культуре». – Режим доступа: <http://www.informio.ru/>

### **8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ**

Не предусмотрены.

### **9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ**

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.