

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.02 Вычислительная физика

(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 использования методов вычислительной физики в приложении к задачам в области физики средней и верхней атмосферы Земли, включая влияние ионосферы на распространение радиоволн.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- категории, понятия, термины, используемые в предметной области;
- способы осуществления научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;
- методы анализа и оценки современных научных достижений,

Уметь:

- самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
- осуществлять критический анализ и оценку современных научных достижений, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

Владеть:

- системой фундаментальных и прикладных знаний в области физики средней и верхней атмосферы Земли, включая влияние ионосферы на распространение радиоволн
- навыком осуществления научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;
- навыком анализа и оценки современных научных достижений, генерации идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

ОПК-1: способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

ПК-1: владение системой фундаментальных и прикладных знаний в области физики средней и верхней атмосферы Земли, включая влияние ионосферы на распространение радиоволн

УК-1: способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

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						
1	1	3	108	10	8	-	18		81	-	9	экзамен
Итого:		3	108	10	8	-	18		81	-	9	экзамен

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	Простейшие математические модели физики и основные понятия математического моделирования физических процессов	2	-	-	2	-	4	-
2	Получение моделей из фундаментальных законов природы	2	-	-	2	-	10	-
3	Численные методы решения моделирующих уравнений	2	2	-	4	-	20	-
4	Математическое моделирование околоземной среды	2	2	-	4	-	22	-
5	Современные глобальные математические модели верхней	2	4	-	6	-	25	-

	атмосферы Земли							
	Экзамен							9
	Всего	10	8	-	18	-	81	9

Содержание дисциплины

Тема 1. Простейшие математические модели физики и основные понятия математического моделирования физических процессов

Элементарные математические модели. Фундаментальные законы природы. Сохранение вещества. Сохранение импульса. Сохранение энергии. Вариационные принципы. Применение аналогий при построении моделей. Иерархический подход к построению моделей. Нелинейность математических моделей. Примеры моделей, получаемых из фундаментальных законов природы.

Тема 2. Получение моделей из фундаментальных законов природы

Законы сохранения. Сохранение массы вещества, уравнение непрерывности. Сохранение числа частиц. Сохранение энергии. Процессы теплопередачи. Уравнение баланса тепла. Постановка типичных краевых условий для уравнения теплопроводности. Основные понятия теории теплового излучения. Уравнение переноса излучения. Совместное применение нескольких фундаментальных законов. Предварительные понятия газовой динамики. Уравнение неразрывности для сжимаемого газа. Уравнения движения газа. Уравнение энергии. Уравнения газовой динамики в лагранжевых координатах. Краевые условия для уравнений газовой динамики. Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике. Уравнения движения механической системы в форме Ньютона. Уравнения движения в форме Лагранжа. Вариационный принцип Гамильтона. Законы сохранения и свойства пространства-времени. Уравнение Больцмана и производные от него. Описание совокупности частиц с помощью функции распределения. Уравнение Больцмана для функции распределения. Распределения Максвелла и Максвелла-Больцмана. Уравнения для моментов функции распределения. Цепочка гидродинамических моделей газа. Уравнения физики плазмы и магнитной гидродинамики. Плазма как сплошная среда. Основные уравнения магнитной гидродинамики. Модель двух жидкостей. Плазма как система независимых частиц.

Тема 3. Численные методы решения моделирующих уравнений

Необходимость численного моделирования, элементарные понятия теории разностных схем. Решение систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона и его модификация. Методы простых итераций. Численное дифференцирование. Интерполяция функций. Кусочно-линейная интерполяция. Интерполяционный полином. Сплайн-интерполяция. Интерполяция конечными элементами. Численное интегрирование. Разностные уравнения. Сеточные функции. Решение разностных краевых задач для уравнений второго порядка. Разностные уравнения как операторные уравнения. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений. Системы линейных алгебраических уравнений. Прямые методы. Итерационные методы. Решение нелинейных уравнений. Разностные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Основные понятия теории разностных схем. Однородные трёхточечные разностные схемы. Консервативные разностные схемы. Однородные схемы на неравномерных сетках. Методы построения разностных схем. Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Рунге-Кутты. Мношаговые схемы. Методы Адамса. Аппроксимация задачи Коши для системы линейных обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Устойчивость двухслойной схемы.

Приближённое решение краевых задач для систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Нелинейные краевые задачи. Метод стрельбы. Спектральная задача Штурма-Лиувилля. Решение нелинейных краевых задач методом Ньютона. Метод дифференциальной прогонки. Прогонка в разностной задаче Штурма-Лиувилля. Численное решение задачи Коши для уравнений с частными производными. Одномерные уравнения газовой динамики и их численное интегрирование. Обобщённые решения уравнений газовой динамики. Римановы инварианты, их характеристики. Краевые задачи для уравнений газовой динамики. Уравнения газовой динамики в форме Лагранжа. Массовые лагранжевы координаты. Разрывные решения уравнений газовой динамики. Два типа разрывов в газовой динамике. Метод Годунова. Расчёт ударных волн. Искусственная вязкость. Нелинейное уравнение теплопроводности. Реализация разностной схемы для уравнений газовой динамики с теплопроводностью. Приближённое решение двумерных задач газовой динамики.

Тема 4. Математическое моделирование околоземной среды

Математическое моделирование как метод исследования нейтральной атмосферы, ионосферы и магнитосферы Земли. Введение. Терминология. Величины, характеризующие газ и плазму. Величины, характеризующие излучение. Основные физические законы. Функция распределения. Кинетическое уравнение Больцмана. Уравнения переноса для моментов функции распределения. Уравнение переноса излучения. Система уравнений, моделирующих ионосферную плазму в гидродинамическом приближении. Связь с теоремами Гаусса-Остроградского и Стокса. Преобразования вида моделирующих уравнений для нейтральных компонент. Среднемассовая и диффузионная скорости. Учёт турбулентности. Кинетическое уравнение для сверхтепловых электронов. Моделирующие уравнения в координатном представлении Системы координат, используемые в ионосферном моделировании. Уравнения для нейтральных компонент. Одномерные уравнения для заряженных частиц. Плазмосфера. Среднеширотная F2-область. Области E и F1. Учёт электромагнитных дрейфов. Интегрирование по дрейфовым траекториям. Начальные и граничные условия. Методы решения моделирующих уравнений. Методы конечных элементов. Методы конечных разностей. Разностные аппроксимации моделирующих уравнений. Методы прогонки. Математическое моделирование процессов в ионосфере и высотного распределения ионосферных параметров. Общая характеристика высотного распределения ионосферных параметров, ионосферные слои. Фотохимические процессы в ионосфере. Процессы ионизации. Фотоионизация. Оже-эффект. Вторичная ионизация. Двухкратная ионизация. Ионизация рассеянным излучением. Корпускулярная ионизация. Ионизация солнечными и галактическими космическими лучами. Химические реакции. Диссоциативная рекомбинация. Ионно-молекулярные и ионно-атомные реакции. Металлические ионы. Ионы-связки. Отрицательные ионы. Реакции двухзарядных и трёхзарядных ионов. Химия малых нейтральных составляющих. Колебательно-возбуждённый молекулярный азот. Упрощённые фотохимические модели. Квадратичный и линейный законы потерь электронов. Эффективный коэффициент рекомбинации. Процессы переноса и их влияние на распределение заряженных частиц. Времена жизни и времена переноса. Одноионная замагниченная плазма (высоты 200-500 км). Амбиполярная диффузия. Ветровое увлечение. Электромагнитный дрейф. Роль процессов вертикального переноса в формировании F2-слоя. Ионосферно-протоносферные потоки. Уравнение непрерывности для ионов O^+ (высоты 200-500 км). Роль диффузии и вертикального дрейфа. Соотношения для параметров максимума F2-слоя. Влияние потоков на верхней границе. Статическое распределение заряженных частиц в многокомпонентной внешней ионосфере. Диффузия в многокомпонентной внешней ионосфере. Роль инерции ионов. Стационарный полярный ветер. Нестационарные процессы наполнения плазмой и опустошения силовых трубок геомагнитного поля.

Перенос заряженных частиц в E и F1 областях ионосферы и его влияние на высотные профили концентраций ионов и электронов. Эффекты трёхмерности переноса заряженных частиц в ионосфере. Тепловой режим заряженных компонент ионосферной плазмы. Локальный и нелокальный нагрев электронного газа. Неупругий и упругий теплообмен электронов с нейтральным и ионным газами. Высотное распределение температур электронов и ионов.

Модели солнечного ионизирующего и диссоциирующего излучения. Модели электрических полей. Модели потоков высыпавшихся энергичных частиц. Эмпирические модели термосферы. Ионосферная модель Шунка и Сойки (Университет Штата Юта, США). Модель Роббла (Национальный центр атмосферных исследований, Боулдер, США). Модель ионосферы и термосферы Колесника, Королёва, Голикова (Томский и Якутский университеты). Модель Фуллер-Рауэлла (Лондонский Университетский Колледж и Шеффилдский Университет, Великобритания). Модель Калининградской обсерватории ИЗМИРАН.

Тема 5. Современные глобальные математические модели верхней атмосферы Земли

Международная справочная модель ионосферы IRI – International Reference Ionosphere – и ее версии (IRI 2007, IRI 2012, IRI 2016). Полуэмпирическая модель D-слоя ионосферы Земли FIRI-2018. Эмпирическая модель нейтрального состава NRL MSISE и ее обновление MSIS2.0. Модель горизонтальных ветров HWM – Horizontal Wind Model – и ее версии (HWM93, HWM07, HWM14). Высокоширотная версия глобальной численной модели верхней атмосферы Земли (ПГИ-МГТУ, Мурманск). Структурная схема модели. Координатные сетки. Блок расчёта параметров нейтральной атмосферы и нижней ионосферы. Блок расчёта параметров F2-области и протоносферы. Магнитосферный блок. Блок расчёта электрических полей. Начальные и граничные условия. Входные параметры. Выходные параметры. Графическое представление результатов моделирования. Результаты численного моделирования.

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

Основная литература

1. Численные методы в уравнениях математической физики : учебное пособие : [16+] / М. Г. Персова, Ю. Г. Соловейчик, Д. В. Вагин и др. ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. – 60 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574666> (дата обращения: 28.05.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-2971-6. – Текст : электронный
2. Федоров, В. М. Инсоляция Земли и современные изменения климата / В. М. Федоров. – Москва : Физматлит, 2018. – 232 с. : табл., граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485239> (дата обращения: 28.05.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9221-1761-6. – Текст : электронный.
3. Фомичев, В. П. Магнитогидродинамика : учебное пособие : [16+] / В. П. Фомичев. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. – 150 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228764> (дата обращения: 28.05.2020). – ISBN 978-5-7782-1802-4. – Текст : электронный.
4. Кураев, А. А. Прикладная гидрогазодинамика : учебное пособие : в 2 частях : [16+] / А. А. Кураев, А. П. Шашкин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет,

2018. – Ч. 2. Газодинамика. – 151 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574785> (дата обращения: 28.05.2020). – Библиогр. с. 140-141. – ISBN 978-5-7782-3680-6. – ISBN 978-5-7782-3682-0 (Ч. 2). – Текст : электронный.

5. Кустова, Е. В. Описание неравновесной кинетики в многоатомных газах : учебное пособие : [16+] / Е. В. Кустова, Е. А. Нагнибеда, Л. А. Пузырева ; Санкт-Петербургский государственный университет. – Санкт-Петербург : Издательство Санкт-Петербургского Государственного Университета, 2016. – 96 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457955> (дата обращения: 28.05.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-288-05671-0. – Текст : электронный.

6. Магомедов, К. М. Сеточно-характеристические численные методы : учебное пособие для вузов / К. М. Магомедов, А. С. Холодов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 313 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04220-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470990> (дата обращения: 28.05.2021).

7. Лобанов, А. И. Математическое моделирование нелинейных процессов : учебник для вузов / А. И. Лобанов, И. Б. Петров. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8897-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470988> (дата обращения: 28.05.2021).

Дополнительная литература

1. Акасофу С.-И., Чепмен С., Солнечно-земная физика, М., Мир, ч.1, 1974; ч.2, 1975.
2. Александров А.Ф., Богданкевич Л.С., Рухадзе А.А., Основы электродинамики плазмы, М., Высшая школа, 1978.
3. Альвен Г., Фельтхаммар К.-Г., Космическая электродинамика, М., Мир, 1967.
4. Арцимович Л.А., Сагдеев Р.З., Физика плазмы для физиков, М., Атомиздат, 1979.
5. Белов П.Н., Численные методы прогноза погоды, Л., Гидрометеоиздат, 1975.
6. Брагинский С.И., Явления переноса в плазме. В кн.: Вопросы теории плазмы, М., Госатомиздат, 1963, Вып.1, с.183-272.
7. Брюнелли Б.Е., Намгаладзе А.А., Физика ионосферы, М., Наука, 1988.
8. Вержбицкий В.М. Численные методы: Линейная алгебра и нелинейные уравнения, Учеб.пособие для вузов, М, Высш.шк., 2000
9. Ивановский А.И., Репнев А.И., Швидковский Е.Г., Кинетическая теория верхней атмосферы, Л., Гидрометеоиздат, 1967.
10. Ишимару С., Основные принципы физики плазмы, М., Атомиздат, 1975.
11. Калиткин Н.Н., Численные методы, М., Наука, 1978.
12. Кринберг И.А., Кинетика электронов в ионосфере и плазмосфере Земли, М., Наука, 1978.
13. Кринберг И.А., Тацилин А.В., Ионосфера и плазмосфера, М., Наука, 1984.
14. Лайонс Л., Уильямс Д., Физика магнитосферы, М., Мир, 1987.
15. Маров М.Я., Колесниченко А.В., Введение в планетную астрономию, М., Наука, 1987.
16. Марчук Г.П., Методы вычислительной математики, М., Наука, 1977.
17. Монин А.С., Прогноз погоды как задача физики, М., Наука, 1969.
18. Монин А.С., Яглом А.А., Статистическая гидромеханика, М., Наука, ч.1, 1965.
19. Нишида А., Геомагнитный диагноз магнитосферы, М., Мир, 1980.
20. Ораевский В.Н., Коников Ю.В., Хазанов Г.В., Процессы переноса в анизотропной околосферной плазме, М., Наука, 1985.
21. Паркер Е.Н., Динамические процессы в межпланетной среде, М., Мир, 1965.
22. Поляков В.М., Щепкин Л.А., Казимировский Э.С., Кокоуров В.Д., Ионосферные процессы, Новосибирск, Наука, 1968.
23. Прист Э.Р., Солнечная магнитогиродинамика, М., Мир, 1985.

24. Пудовкин М.И., Козелов В.П., Лазутин Л.А. и др., Физические основы прогнозирования магнитосферных возмущений, Л., Наука, 1977.
25. Рождественский Б.Л., Яненко Н.Н., Системы квазилинейных уравнений и их приложений к газовой динамике, М., Наука, 1978.
26. Самарский А.А., Теория разностных схем, М., Наука, 1983.
27. Самарский А.А., Введение в численные методы, М., Наука, 1997.
28. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы: Учеб. пособие для вузов, М., Наука, 1989.
29. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование, М., Наука, Физматлит, 1997
30. Сергеев В.А., Цыганенко Н.А., Магнитосфера Земли, М., Наука, 1980
31. Солнечно-земная физика, М., Мир, 1968.
32. Солнечно-земные связи, погода и климат, М., Мир, 1982.
33. Термосферная циркуляция, М., Мир, 1975.
34. Уиттен Р., Поппов И., Основы аэрономии, Л., Гидрометеиздат, 1977.
35. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику, М., МФТИ, 1994
36. Хазанов Г.В., Кинетика электронной компоненты плазмы верхней атмосферы, М., Наука, 1979.
37. Чемберлен Д.Ж., Теория планетных атмосфер, М., Мир, 1981.
38. Чепмен С., Каулинг Т., Математическая теория неоднородных газов, М., Изд-во иностр. лит., 1960.
39. Чепмен С., Линдзен Р., Атмосферные приливы, М., Мир, 1972.
40. Щепкин Л.А., Климов Н.Н., Термосфера Земли, М., Наука, 1980.
41. Шуп Т. Прикладные численные методы в физике и технике. Пер. с англ. С.Ю.Славянова, под ред. С.П.Меркурьева, М, Высш.школа, 1990

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 JupyterNotebooks
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 SCIENCEINDEX
2. Электронная база данных Scopus
3. Базы данных компании CLARIVATEANALYTICS

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.