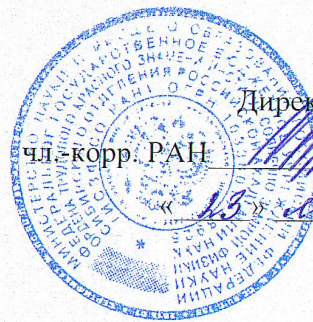


Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Ордена Трудового Красного Знамени
Институт солнечно-земной физики
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИСЗФ СО РАН)



УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИСЗФ СО РАН
чл. корр. РАН А.В. Медведев

« 13 » *август* 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ОД.5 Физика солнечно-земных связей

Направление подготовки **03.04.02 «Физика»**

Направленность (профиль): **Физика солнечно-земных связей**

Квалификация выпускника: **МАГИСТР**

Тип профессиональной деятельности: **научно-исследовательский,
педагогический**

Форма обучения: **очная**

Иркутск 2022

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика (уровень магистратуры), утвержденного приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 № 914

РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ разработал доктор физико-математических наук

В.Г. Файнштейн

1. Место и роль дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Физика солнечно-земных связей» входит в вариативную часть Блока 1 «Дисциплины (модули) основной образовательной программы по направленности (профилю) подготовки «Физика солнечно-земных связей» направления подготовки 03.04.02 «Физика».

Предшествующие дисциплины, на которые данная дисциплина опирается: Магнитная гидродинамика, Введение в физику плазмы.

2. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Целью дисциплины «Физика солнечно-земных связей» является получение студентами знаний в области физики Солнца, солнечного ветра, космических лучей, околоземного пространства и в области космической погоды, и, опираясь на эти знания, получить глубокие и обширные знания в области физики солнечно-земных связей. Второй важной целью этой дисциплины является научить студентов, опираясь на полученные знания и имеющиеся в их распоряжении различные наблюдения, оценивать состояние солнечно-земных связей в данный момент времени и предсказывать состояние космической погоды на различных масштабах заблаговременности.

Задачами дисциплины «Физика солнечно-земных связей» является:

- Прослушать и освоить теоретический курс по теме дисциплины.
- Овладеть методами обработки и анализа данных по теме дисциплины.
- Закрепить полученные знания решением задач по теме дисциплины на практических занятиях и в процессе самостоятельной работы.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины «Физика солнечно-земных связей» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ОПОП по направлению подготовки «Физика»:

Компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности;	ИД 1. Способен решать исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области физики	Знать: Сведения о Солнце (прежде всего о солнечной атмосфере – строение, свойства каждой составляющей атмосферы Солнца и наиболее полно солнечной короны, процессы в солнечной атмосфере (вспышки, эрупции волокон)), как возникает квазистационарный солнечный ветер, его свойства в межпланетном пространстве от источников на Солнце до орбиты Земли, возникновение и движение спорадических потоков солнечного ветра (корональные выбросы

		<p>массы), разрывы в солнечном ветре (прежде всего ударные волны), сведения о космических лучах, свойства земной магнитосферы, ионосферы и атмосферы</p>
	<p>ИД 2. Знает методы и приемы организации, выполнения экспериментальных исследований на современном уровне и анализировать их результаты.</p>	<p>Знать что такое космическая погода и как ее можно предсказывать на разных масштабах заблаговременности, характеристики инструментов наземного и космического базирования для наблюдения Солнца, измерений характеристик солнечного ветра, уровня возмущений геомагнитных бурь и др.</p> <p>Уметь составлять простейшие программы для обработки и анализа данных, находить в Интернете нужные статьи.</p>
<p>ПКА-2. Способен проводить научные исследования в области физики солнечно-земных связей, используя необходимые знания теоретических и экспериментальных разделов физики</p>	<p>ИД 2. Использует информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную, наблюдательную и приборную базы при проведении научных исследований и реализации научных проектов в области физики солнечно-земных связей.</p>	<p>Уметь: находить в Интернете сайты с описаниями различных инструментов и данные их наблюдений Солнца, измерений параметров солнечного ветра и др., скачивать из Интернета данные, необходимые для анализа исследуемых процессов,</p> <p>Владеть: простейшими методами обработки данных (в частности, изображений Солнца), методами построения графиков (например, программой Grapher), статистическими методами обработки данных (построение корреляционных зависимостей, нахождение уравнения линии регрессии, коэффициента корреляции и др.), языком программирования (предпочтительнее всего IDL).</p>

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц
Аудиторные занятия (всего)	
В том числе:	
Лекции	36
Лабораторные работы	
Практические занятия	36
Самостоятельная работа (всего)	36
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	36
Контактная работа (всего)	72
Общая трудоёмкость (часы/зачетные единицы)	144

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов и темы дисциплины

Раздел 1. Солнце.

Тема 1. Солнечная атмосфера (фотосфера, хромосфера).

Тема 2. Солнечная атмосфера (корона)

Тема 3. Солнечные вспышки, эрупции волокон.

Тема 4. Корональные выбросы массы (формирование, свойства, особенности движения на начальном этапе).

Тема 5. Ударные волны в солнечной короне.

Раздел 2. Солнечный ветер.

Тема 1. Квазистационарный солнечный ветер (быстрый и медленный солнечный ветер: источники на Солнце, механизмы формирования, свойства, закономерности движения на начальном этапе).

Тема 2. Квазистационарный солнечный ветер в межпланетном пространстве и на орбите Земли.

Тема 3. Спорадические потоки солнечного ветра (межпланетные корональные выбросы массы и межпланетные ударные волны в межпланетном пространстве и на орбите Земли).

Раздел 3. Космические лучи.

Тема 1. Солнечные космические лучи.

Тема 2. Галактические космические лучи. Форбуш-эффект.

Тема 3. Космические лучи в околоземном пространстве.

Раздел 4. Геомагнитные бури. Внезапное начало, внезапный импульс.

Тема 1. Что является причиной геомагнитных бурь?

Тема 2. Что происходит в магнитосфере Земли во время геомагнитных бурь?

Тема 3. Как реагируют ионосфера и атмосфера Земли на геомагнитные бури?

Раздел 5. Космическая погода.

Тема 1. Какие солнечные процессы влияют на техносферу и биосферу в околоземном пространстве и на Земле? Каковы механизмы этого влияния?

Тема 2. О прогнозе космической погоды на различных масштабах заблаговременности.

5.2.Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№	Раздел	Всего часов	Аудиторные занятия				СРС
			Лекции и	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары	
1	Раздел 1. Солнце.	27	9		9		9
2	Раздел 2. Солнечный ветер	27	9		9		9
3	Раздел 3. Космические лучи.	9	3		3		3
4	Раздел 4. Геомагнитные бури. Внезапное начало, внезапный импульс	27	9		9		9
5	Раздел 5. Космическая погода.	18	6		6		6
Итого (часы)		108	36		36		36
Итого (з.е.)		3	1		1		1

5.3.Разделы и темы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин и практик	№ № разделов и/или тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1	Физика околоземного космического пространства	Разделы 2, 3, 4
2	Производственная практика (научно-исследовательская работа)	Разделы 1-5

5.4 Перечень лекционных занятий

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование используемых технологий	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства
1	2	3	4	5
1.	Раздел 1 Темы 1-5	Лекция. Использование презентации, демонстрируемой с помощью компьютера, показ коротких фильмов, иллюстрирующих обсуждаемые темы	9	Опрос, экзамен
2.	Раздел 2 Темы 1-3	Лекция Использование презентации, демонстрируемой с помощью компьютера, показ коротких фильмов, иллюстрирующих обсуждаемые темы	9	Опрос, экзамен

3.	Раздел 3 Темы 1-3	Лекция Использование презентации, демонстрируемой с помощью компьютера, показ коротких фильмов, иллюстрирующих обсуждаемые темы	3	Опрос, экзамен
4.	Раздел 4 Темы 1-3	Лекция Использование презентации, демонстрируемой с помощью компьютера, показ коротких фильмов, иллюстрирующих обсуждаемые темы	9	Опрос, экзамен
5	Раздел 5 Темы 1-2	Лекция Использование презентации, демонстрируемой с помощью компьютера, показ коротких фильмов, иллюстрирующих обсуждаемые темы	6	Опрос, экзамен

5.5. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства
1	Раздел 1, темы 1-3.	Работа с изображениями Солнца в различных спектральных диапазонах. Научиться работать с сайтами, позволяющими получать изображения Солнца в различных спектральных диапазонах. Научиться выделять на этих изображениях различные структуры солнечной атмосферы (активные области, корональные дыры, волокна, факельные площадки и др.). Научиться определять положение этих структур (широта, долгота, высота), относительную интенсивность. Научиться качественно оценивать характер изменения свойств этих структур в процессе вращения Солнца. Научиться обнаруживать вспышки и определять их качественные и количественные характеристики.	7	Текущий опрос, практическая работа
2	Раздел 1, тема 4.	Анализ КВМ. Научиться выделять КВМ на изображениях короны, выделять их структурные элементы, оценивать скорость движения различных частей КВМ. Научиться качественно определять наличие ударной волны, связанной с КВМ. Научиться сканировать и анализировать	2	Текущий опрос, практическая работа

		распределения яркости короны вдоль радиального направления с использованием предоставленных программ на языке IDL.		
3	Раздел 2, темы 1-3.	Работа с данными по солнечному ветру. Научиться выделять источники быстрых и медленных потоков квазистационарного солнечного ветра. Научиться получать распределения в зависимости от времени параметров солнечного ветра на орбите Земли по данным сайта https://omniweb.gsfc.nasa.gov/ . Научиться выделять с использованием этих зависимостей быстрые и медленные квазистационарные потоки солнечного ветра, а также области взаимодействия между ними. Научиться выделять магнитные облака (МО). С использованием различных каталогов научиться выделять по данным солнечного ветра не только МО, но и другие типы межпланетных КВМ. Научиться оценивать время движения КВМ от Солнца до орбиты Земли. Научиться выделять ударные волны в солнечном ветре и оценивать их интенсивность.	9	Текущий опрос, практическая работа
4	Раздел 3, темы 1-3.	Работа с данными космических лучей. Научиться работать с каталогами протонных солнечных событий. Научиться анализировать всплески солнечных космических лучей, регистрируемые аппаратурой на космических аппаратах. Научиться анализировать энергетические спектры космических лучей. Выделение Форбуш-эффекта.	3	Текущий опрос, практическая работа
5	Раздел 4, темы 1-3	Анализ геомагнитных бурь. Используя данные различных сайтов научиться скачивать или строить зависимости от времени основных индексов геомагнитной активности: Rp, Dst, AL и др. На зависимости Dst-индекса от времени научиться выделять внезапное начало, внезапный индекс и оценивать интенсивность геомагнитного возмущения и выделять различные фазы геомагнитной бури. Используя программу Grapher для построения графиков построить графики зависимостей параметров геомагнитных индексов от характеристик солнечного ветра перед началом геомагнитной бури.	9	Текущий опрос, практическая работа
6	Раздел 5, темы 1-2.	Прогноз космической погоды. Ознакомиться с основными сайтами, на	6	Текущий опрос,

		которых приводятся прогнозы характеристик космической погоды с различной заблаговременностью, включая прогноз параметров солнечного ветра на орбите Земли и геомагнитных бурь. Овладеть методом прогноза, разработанного в ИСЗФ.		практическая работа
--	--	--	--	---------------------

5.6. Тематика заданий для самостоятельной работы

Раздел	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
1	1-4	Изучение презентаций лектора и чтение рекомендуемой литературы	Закрепление знаний, полученных на лекциях, формулировка вопросов преподавателю по изучаемой дисциплине, поиск дополнительной информации по теме изучаемой дисциплины.	6.1 (1-3, 7, 10-12) 6.2 (1, 2, 5)	5
1	1-4	Работа на компьютере с необходимыми сайтами в Интернете. (см. перечисленные ниже сайты в п. 6.4 – 6.5).	Усовершенствование навыков в работе с изображениями Солнца в различных спектральных диапазонах. Анализ КВМ (см. описание практических занятий в п. 5.5 (1, 2)). Решение задач.	6.1 (1-3, 7, 10-12) 6.2 (1, 2, 5)	4
2	1-3	Изучение презентаций лектора и чтение рекомендуемой литературы	Закрепление знаний, полученных на лекциях, формулировка вопросов преподавателю по изучаемой дисциплине, поиск дополнительной информации по теме изучаемой дисциплины.	6.1 (2, 6, 7) 6.2 (1, 5)	5
2	1-3	Работа на компьютере с необходимыми сайтами в Интернете. (см. перечисленные ниже сайты в п. 6.4 – 6.5), овладение программами для построения графиков.	Усовершенствование навыков в работа с данными по солнечному ветру. Решение задач, построение графиков по теме раздела.	6.1 (2, 6, 7) 6.2 (1, 5)	4
3	1-3	Изучение презентаций лектора и чтение	Закрепление знаний, полученных на лекциях,	6.1 (8)	2

		рекомендуемой литературы	формулировка вопросов преподавателю по изучаемой дисциплине, поиск дополнительной информации по теме изучаемой дисциплины.	6.2 (2)	
3	1-3	Работа на компьютере с необходимыми сайтами в Интернете. (см. перечисленные ниже сайты в п. 6.4 – 6.5).	Усовершенствование навыков по работе с данными космических лучей. Решение задач.	6.1 (8) 6.2 (2)	1
4	1-3	Изучение презентаций лектора и чтение рекомендуемой литературы	Закрепление знаний, полученных на лекциях, формулировка вопросов преподавателю по изучаемой дисциплине, поиск дополнительной информации по теме изучаемой дисциплины.	6.1 (4, 5, 12) 6.2 (2)	5
4	1-3	Работа на компьютере с необходимыми сайтами в Интернете. (см. перечисленные ниже сайты в п. 6.4 – 6.5).	Усовершенствование навыков по анализу геомагнитных бурь. Решение задач.	6.1 (4, 5, 12) 6.2 (2)	4
5	1-2	Изучение презентаций лектора и чтение рекомендуемой литературы	Закрепление знаний, полученных на лекциях, формулировка вопросов преподавателю по изучаемой дисциплине, поиск дополнительной информации по теме изучаемой дисциплины.	6.1 (9) 6.2 (4, 6)	3
5	1-2	Ознакомиться с основными сайтами, на которых приводятся прогнозы характеристик космической погоды с различной заблаговременностью	Углубить знания, касающиеся прогноза характеристик солнечного ветра на орбите Земли и геомагнитных бурь. Решение задач, построение графиков по теме раздела.	6.1 (9) 6.2 (4, 6)	3

5.7. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Лектор в своих лекциях будет использовать довольно подробные, хорошо иллюстрированные презентации, включающие также короткие фильмы по темам лекций. Эти презентации будут переданы студентам и ознакомление с ним позволит студентам быть более подготовленными к восприятию нового материала и закреплению уже

полученных знаний. Предполагается также, что это позволит студентам формулировать проблемные вопросы в результате самостоятельного изучения темы с привлечением основной и дополнительной литературы. Студентам, имеющим свои компьютеры будет оказана помощь в разворачивании необходимых для учебы программ. Студенты, не имеющие компьютера, будут заниматься самостоятельной работой в аудитории для самостоятельной работы. На практических занятиях студентов научат заходить на необходимые сайты, скачивать необходимую информацию и работать с ней. Это умение будет закрепляться во время самостоятельной работы. Важным элементом самостоятельной работы будет решение задач по теме раздела. Во время самостоятельной работы студенты будут осуществлять поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей по теме дисциплины. Возможно получение индивидуальной консультации у преподавателя.

Пример задания для самостоятельной работы:

Даны изображения Солнца в линиях крайнего ультрафиолета по данным телескопов AIA (космический аппарат SDO) за разные дни. Нужно проанализировать эти изображения, выделив наблюдаемые структуры солнечной атмосферы, оценить, наблюдаются ли на этих изображениях проявления солнечной активности, связать эти проявления с наблюдаемыми особенностями солнечных изображений, привести аргументы в поддержку того, что эта солнечная активность может привести к воздействию на Землю.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров
1	Гибсон Э. Спокойное Солнце. М.: Мир, 1977.	4
2	Паркер Е. Космические магнитные поля, их образование и проявления. М.: Мир, 1982.	2
3	Э.Р. Прист. Солнечная магнитогидродинамика. М.: Мир, 1985.	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ
4	Акасофу С.И., Чепмен С. Солнечно-земная физика. Ч.1. М.: Мир, 1974.	4
5	Акасофу С.И., Чепмен С. Солнечно-земная физика. Ч.2. М.: Мир, 1975.	5
6	А Хундхаузен. Расширение короны и солнечный ветер. М.: Мир, 1976.	3
7	Б.П. Филиппов. Эруптивные процессы на Солнце. М.: Физматлит, 2007.	4
8	Мурзин, В. С. Введение в физику космических лучей. Учеб. пособие для физ. спец. Вузов.3-е изд., перераб. М.: Изд-во МГУ, 1988.	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ
9	Б.М. Владимирский, Н.А. Темурьянц, В.С. Мартынюк. Космическая погода и наша жизнь. Фрязино: «Век 2», 2004.	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ
10	Сотникова Р.Т., Файнштейн В.Г., Кобанов Н.И., Скляр А.А. Введение в физику. Учеб. Пособие, часть 2. Иркутск, Изд-во ИГУ, 2012.	3
11	Сотникова Р.Т., Файнштейн В.Г. Введение в гелиофизику. Учебное пособие. Иркутск, Изд-во ИГУ, 2013.	3
12	Дж. М. Бекерс, А. Бруцек, Х. В. Додсон-Принс. Солнечная и солнечно-земная физика. Иллюстрированный словарь терминов. Ред.: А. Бруцек, Ш. Дюран. М.: Мир, 1980.	6

6.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров
1	A. Hanslmeier. The Sun and space weather. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 2002.	1
2	Аллен К.У. Астрофизические величины. М.: Мир, 1977.	3
3	Л. Закс. Статистическое оценивание. М.: Статистика, 1976.	1

4	Тимашков Д. А. Космическая погода. Учебное пособие для вузов. М.: МФТИ, 2008.	1
5	А.Г. Колесник. Солнечно-земная физика. Часть 1. Солнце и межпланетная среда. Учебное пособие. Томск: ТМЛ-Пресс, 2010.	1
6	Владимирский Б.М. Солнечная активность и общественная жизнь. Космическая историометрия: от первых российских космистов до наших дней. М. : Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2013.	1

6.3. Профессиональные базы данных, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- Онлайн каталог корональных выбросов массы KBM CME лист https://cdaw.gsfc.nasa.gov/CME_list/
- Онлайн каталог корональных выбросов массы типа гало https://cdaw.gsfc.nasa.gov/CME_list/HALO/halo.html
- Каталог: лист межпланетных корональных выбросов массы по данным КА ACE <http://www.srl.caltech.edu/ACE/ASC/DATA/level3/icmetable2.htm>
- Каталог: лист межпланетных корональных выбросов массы по данным КА WIND http://space.ustc.edu.cn/dreams/wind_icmes/

6.4. Информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- Информационно-справочная информация в библиотеке ИСЗФ СО РАН <http://irbis.iszf.irk.ru>
- Сервер "СиЗиФ" предназначается студентам, аспирантам, научным сотрудникам, специализирующимся в области солнечно-земной физики <http://www.kosmofizika.ru/>

6.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины:

- Онлайн каталог изображений Солнца Гелиовьюер <https://helioviewer.org/>
- Сайт изображений Солнца в различных спектральных диапазонах с информацией об активных областях, о солнечных пятнах, солнечных вспышках и др. <https://www.solarmonitor.org/>
- Онлайн каталог корональных выбросов массы KBM CME лист https://cdaw.gsfc.nasa.gov/CME_list/
- Онлайн каталог корональных выбросов массы типа гало https://cdaw.gsfc.nasa.gov/CME_list/HALO/halo.html
- Каталог: лист межпланетных корональных выбросов массы по данным КА ACE <http://www.srl.caltech.edu/ACE/ASC/DATA/level3/icmetable2.htm>
- Каталог: лист межпланетных корональных выбросов массы по данным КА WIND http://space.ustc.edu.cn/dreams/wind_icmes/
- Текущие солнечные данные (из NOAA) <http://www.n3kl.org/sun/noaa.html>
- Сайт для нахождения параметров солнечного ветра на орбите Земли и геомагнитных индексов <https://omniweb.gsfc.nasa.gov/>
- Сайт с разнообразной информацией о том, что происходит в данный момент в космосе <http://www.spaceweather.com/>
- Сайт с прогнозом космической погоды – ИПГ, Россия <http://ipg.geospace.ru/space-weather-forecast.html>
- Сайт Центра прогнозов космической погоды, ИЗМИРАН <http://spaceweather.izmiran.ru>
- Сайт Центра мониторинга космической погоды над территорией российской федерации <http://space-weather.ru>
- Сайт центра прогнозов космической погоды (NOAA NWS Space Weather Prediction Center), США <https://ru-ru.facebook.com/NWSSWPC/>.

- Сайт с текущими характеристиками солнечного ветра
<https://www.swpc.noaa.gov/products/real-time-solar-wind>
- Данные космического аппарата RHESSI (жесткое рентгеновское излучение Солнца, сведения о мягком рентгеновском излучении Солнца, о вспышках)
<http://sprg.ssl.berkeley.edu/~tohban/browser/>

6.6. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

Microsoft Windows 10 Домашняя (Лицензионное соглашение Microsoft на использование операционной системы Windows подтвержденное лицензионным ключом R88NK-FTK6X-4M99C-9KK79-BKM6M, дата выдачи июнь 2018, бессрочно)

Microsoft Office Home and Business 2019 (Лицензионное соглашение Microsoft на использование продукта Office Home and Business 2019 подтвержденное лицензионным ключом VQ36H-WVFHJ-YRRC2-DJYQM-D27RZ, дата выдачи - сентябрь 2018, бессрочно)
7-Zip (Свободно распространяемое программное обеспечение на условиях лицензий: GNU Lesser General Public License, BSD 3-clause License, бессрочно)

Adobe Acrobat Reader DC (Лицензионное соглашение на программное обеспечение Adobe, бессрочно)

Far Manager (Свободно распространяемое программное обеспечение на условиях лицензии Revised BSD license, бессрочно)

K-Lite Codec Pack (Свободно распространяемое программное обеспечение на условиях лицензии GNU Lesser General Public License, бессрочно)

Mozilla FireFox 1 (Свободно распространяемое программное обеспечение на условиях лицензии Mozilla Public License 2.0 (MPL), бессрочно)

Операционная система Ubuntu 18.04 (свободно распространяемое ПО)

Дистрибутив Python Anaconda (свободно распространяемое ПО)

Офисный пакет Libre Office (свободно распространяемое ПО)

7. Образовательные технологии

В учебном процессе используются как активные, так интерактивные формы проведения занятий.

Интерактивные формы включают в себя:

- Лекции;

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор). Презентации позволяют качественно иллюстрировать аудиторные занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками и структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что улучшает восприятие материала.

Самостоятельная работа включает в себя:

- формулирование проблемных вопросов в результате самостоятельного изучения темы с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей;
- конспектирование;

При необходимости, в процессе работы над заданием, студент может получить индивидуальную консультацию у преподавателя.

8. Практическая подготовка

Практическая подготовка обучающихся в рамках реализации данной учебной дисциплины осуществляется на практических занятиях.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Аудитория укомплектована специализированной мебелью на 30 посадочных мест, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: <ul style="list-style-type: none">• ноутбук HP 15-da1101ur Windows 10 Home• доска магнитно-маркерная BRAUBERG 236851 120x90 см (передвижная)• доска магнитно-маркерная BRAUBERG 235525 180x120 см (на стену)• Колонки 2.0 Thonet & Vander Fleck 7• экран для проектора Lumien Master Control LMC-100110 305x229 см• проектор BenQ MU641 1920x1200
Помещение для самостоятельной работы	Аудитория оборудована: мебелью на 7 посадочных мест, доской маркерной, техническими средствами обучения <ul style="list-style-type: none">• проектор BenQ MH733;• Неттоп Lenovo ThinkCentre M710q 10MR006JRU (6 шт.);• Монитор IIYAMA ProLite X2283HSU-B1DP (6 шт.);• Неттоп Lenovo ThinkCentre M710q 10MRS04C00 (1 шт.)• Монитор Dell E2417H (1 шт.)• экран Lumien Eco Picture LEP-100101 С неограниченным доступом к сети Интернет и в электронную информационно-образовательную среду.
«Лаборатория мониторинга солнечной активности»	Нейтронный супермонитор 18NM64 (Станция космических лучей ИРКУТСК (ИРКТ)) Барометр БРС-1М Платы таймеров-счетчиков PCI-1780 Барометр рабочий сетевой БРС-1М-2 №16006-97 Свидетельство поверки №654-2290 действительно до 22.11.2021 Платы таймеров-счетчиков PCI-1780 – Диск с программным обеспечением, поставляемый с платами.