

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

«11» мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.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 2023

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 кандидат физико-математических наук	И.Н. Шарькин
---	--------------

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

Дисциплина «Физика солнечно-земных связей» относится к вариативной части 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 опираются: дисциплины физического цикла бакалавриата.

Последующие дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо: Физика магнитосферы, Физика гелиосферы, Производственная практика (НИР).

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:

- Прислушаться 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 03.04.02 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,	ИД 1. Способен решать исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области физики	Знать: Основные определения в области солнечно-земных связей, космических лучах, магнитосферы и ионосферы. Уметь: Применять фундаментальные знания в области солнечно-земных связей для решения конкретных исследовательских задач

необходимыми для осуществления преподавательской деятельности;	ИД 2. Знает методы и приемы организации, выполнения экспериментальных исследований на современном уровне и анализировать их результаты.	<p>Знать: методы и приемы выполнения экспериментальных исследований в области изучения солнечно-земных связей</p> <p>Уметь: составлять простейшие программы для обработки и анализа данных, анализировать статьи по теме солнечно-земных связей.</p>
ПКА-2 Способен проводить научные исследования в области физики солнечно-земных связей, используя необходимые знания теоретических и экспериментальных разделов физики	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>Знать: Информационные ресурсы в области физики солнечно-земных связей.</p> <p>Уметь: использовать информационные ресурсы с описаниями различных данных и инструментов 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)	72/2
В том числе:	
Лекции	36/1
Лабораторные работы	
Практические занятия	36/1
Самостоятельная работа (всего)	36/1
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	36/1

Контактная работа	(всего)	72/2
Общая трудоёмкость	(часы/зачетные единицы)	144/4

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов и темы дисциплины

Раздел 1. Солнце

Тема 1. Понятие солнечно-земных связей (СЗС) и космической погоды (КП). Концепции прогноза космической погоды (земные и внеземные наблюдения Солнца, in-situ измерения, физическое моделирование, простые корреляционные связи, машинное обучение, гибридизация). Различные временные масштабы и меры точности прогноза КП. Иерархичность прогноза.

Тема 2. Солнце как звезда. Внутреннее строение. Вращение Солнца. Глобальное магнитное поле Солнца. Цикл солнечной активности. Активные области на Солнце. Солнечные пятна. Крупномасштабные магнитно-плазменные структуры в атмосфере Солнца.

Тема 3. Солнечная атмосфера. Фотосфера. Хромосфера. Переходная зона. Корона. Электромагнитное излучение Солнца в различных диапазонах длин волн.

Тема 4. Магнитные поля активных областей Солнца. Методы измерения магнитных полей на Солнце.

Тема 5. Солнечные вспышки. Магнитное пересоединение. Механизмы солнечных вспышек. Проявления солнечных вспышек: ускорение заряженных частиц, движения плазмы, нагрев плазмы.

Тема 6. Эруптивные явления на Солнце. Корональные выбросы массы. Магнитные жгуты в активных областях, их формирование и потери устойчивости. Эруптивные протуберанцы. Механизмы инициации КВМ.

Тема 7. Гелиосейсмология. Волновые процессы на Солнце на различных временных масштабах. Гелиосейсмология внутренних слоев Солнца. Волновые процессы в различных слоях солнечной атмосферы. Затухающие и незатухающие колебания в атмосфере Солнца.

Тема 8. Вспышки на других звездах.

Раздел 2. Гелиосфера

Тема 1. Межпланетное магнитное поле. Квазистационарный солнечный ветер (СВ) на разных удалениях от Солнца. Классическое решение Паркера. Типы солнечного ветра. Механизмы формирования и источники СВ.

Тема 2. Спорадический солнечный ветер. Межпланетные КВМ и ударные волны.

Раздел 3. Космические лучи

Тема 1 Солнечные, гелиосферные и галактические космические лучи. Источники космических лучей. Стационарный спектр.

Тема 2. Форбуш-эффект. Модуляция космических лучей межпланетным магнитным полем. Космические лучи вблизи Земли.

Раздел 4. Магнитосфера и ионосфера.

Тема 1. Магнитное поле Земли. Строение магнитосферы. Взаимодействие солнечного ветра и магнитосферы. Радиационные пояса. Электрические токи в системе магнитосфера-ионосфера.

Тема 2. Магнитосферные суббури и бури. Геомагнитные индексы.

Тема 3. Ионосфера. Высокие, средние и экваториальные широтные зоны ионосферы. Влияние магнитосферных суббурь на ионосферу и атмосферу Земли. Связь ионосферы и атмосферы.

Тема 4. Магнитосферы других планет и их активность.

Раздел 5. Космическая погода

Тема 1. Что такое космическая погода? Как влияет космическая погода на техносферу и биосферу. Распространение радиоволн в атмосфере и ионосфере Земли. Радиационная обстановка в межпланетном и околоземном пространстве. Гелиобиология. Солнце и климат.

Тема 2. Прогноз космической погоды на различных временных масштабах.

5.2. Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№ п/п	Раздел	Всего часов	Аудиторные занятия				СРС
			Лекции	Лаб. занятия	Практические занятия	Семинары	
1.	Раздел 1. Солнце.	48	16		16		16
2.	Раздел 2. Солнечный ветер	12	4		4		4
3.	Раздел 3. Космические лучи.	12	4		4		4
4.	Раздел 4. Магнитосфера и ионосфера	24	8		8		8
5.	Раздел 5. Космическая погода.	12	4		4		4
Экзамен		36					
Итого (часы)		144	36		36		36
Итого (з.е.)		4	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 магнитосферы	Разделы 2, 3, 4
2.	Физика гелиосферы	Разделы 1-5
3.	Производственная практика (научно-исследовательская работа)	Разделы 1-5

5.4. Перечень лекционных занятий

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование используемых технологий	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства
1.	Раздел 1 Темы 1-8	Лекция. Использование презентации, демонстрируемой с помощью компьютера, показ коротких фильмов, иллюстрирующих обсуждаемые темы	16	Устный, письменный опрос, экзамен
2.	Раздел 2 Темы 1-2	Лекция Использование презентации, демонстрируемой с помощью компьютера, показ коротких фильмов, иллюстрирующих обсуждаемые темы	4	Устный, письменный опрос, экзамен
3.	Раздел 3 Темы 1-2	Лекция Использование презентации, демонстрируемой с помощью компьютера, показ коротких фильмов, иллюстрирующих обсуждаемые темы	4	Устный, письменный опрос, экзамен
4.	Раздел 4 Темы 1-4	Лекция Использование презентации, демонстрируемой с помощью компьютера, показ коротких фильмов, иллюстрирующих обсуждаемые темы	8	Устный, письменный опрос, экзамен
5.	Раздел 5 Темы 1-2	Лекция Использование презентации, демонстрируемой с помощью компьютера, показ коротких фильмов, иллюстрирующих обсуждаемые темы	4	Устный, письменный 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 1-8.	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.	8	Текущий опрос, практическая работа

		<p>Научиться качественно оценивать характер изменения свойств этих структур в процессе вращения Солнца.</p> <p>Научиться обнаруживать вспышки и определять их качественные и количественные характеристики.</p>		
2.	Раздел 1, тема 6.	<p>Анализ КВМ.</p> <p>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 распределения яркости короны вдоль радиального направления с использованием предоставленных программ на языке IDL.</p>	8	Текущий опрос, практическая работа
3.	Раздел 2, темы 1-2.	<p>Работа с данными по солнечному ветру.</p> <p>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.</p>	4	Текущий опрос, практическая работа
4.	Раздел 3, темы 1-2.	<p>Работа с данными космических лучей.</p> <p>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.</p>	4	Текущий опрос, практическая работа
5.	Раздел 4, темы 1-4	<p>Анализ геомагнитных бурь.</p> <p>Используя данные различных сайтов научиться скачивать или строить зависимости от времени основных индексов геомагнитной активности: R_p, Dst, AL и др. На зависимости Dst-индекса от времени научиться выделять внезапное начало,</p>	8	Текущий опрос, практическая работа

		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.		
6.	Раздел 5, темы 1-2.	Прогноз космической погоды. Ознакомиться с основными сайтами, на 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.	4	Текущий опрос, практическая работа

5.6. Тематика заданий для самостоятельной работы

Раздел	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
1	1-8	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)	8
1	1-8	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)	8
2	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 (2, 6, 7) 6.2 (1, 2)	2
2	1-2	Работа на компьютере с необходимыми сайтами в Интернете. (см. перечисленные ниже	Усовершенствование навыков в работа с данными по солнечному ветру. Решение задач,	6.1 (2, 6, 7) 6.2 (1, 2)	2

		сайты в п. 6.4 – 6.5), овладение программами для построения графиков.	построение графиков по теме раздела.		
3	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 (8) 6.2 (2)	2
3	1-2	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)	2
4	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 (4, 5, 11) 6.2 (2)	4
4	1-4	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, 11) 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 (1, 2)	2
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 (1, 2)	2

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 доступны 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 развертывании 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.	Э.Р. Прист. Солнечная магнитогидродинамика. М.: Мир, 1985.	ЭБ http://irbis.iszf.irk.ru неограниченный доступ
3.	Акасофу С.И., Чепмен С. Солнечно-земная физика. Ч.1. М.: Мир, 1974.	4
4.	Акасофу С.И., Чепмен С. Солнечно-земная физика. Ч.2. М.: Мир, 1975.	5
5.	А Хундхаузен. Расширение короны и солнечный ветер. М.: Мир, 1976.	3
6.	Б.П. Филиппов. Эруптивные процессы на Солнце. М.: Физматлит, 2007.	4
7.	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
8.	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
9.	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
10.	Сотникова Р.Т., Файнштейн В.Г. Введение в гелиофизику. Учебное пособие. Иркутск, Изд-во ИГУ, 2013.	3
11.	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.	ЭБ http://irbis.iszf.irk.ru неограниченный доступ
2.	Аллен К.У. Астрофизические величины. М.: Мир, 1977.	ЭБ http://irbis.iszf.irk.ru неограниченный доступ

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

- Онлайн каталог корональных выбросов массы КВМ СМЕ 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" предназначен 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 КВМ СМЕ 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

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- Операционная система Ubuntu 18.04 (свободно распространяемое ПО)
- Офисный пакет Libre Office (свободно распространяемое ПО)
- 7-Zip (свободно распространяемое ПО)
- Adobe Acrobat Reader DC (свободно распространяемое ПО)
- Mozilla Firefox 1 (свободно распространяемое ПО)
- VLC Mediaplayer (свободно распространяемое ПО)
- K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО)
- Операционная система Microsoft Windows 10 Pro
- Система ВКС VideoMost Proton

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)

<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Аудитория укомплектована специализированной мебелью на 30 посадочных мест, оснащена оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории:</p> <ul style="list-style-type: none"> • доска магнитно-маркерная Branberg • экран для проектора Projecta • проектор BenQ MH733 1920 x 1080 • ноутбук ASUS L1500CDA Windows 10 Pro • система акустическая Electro Voice EVID 6.2
<p>Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций и самостоятельной работы</p>	<p>Аудитория укомплектована специализированной мебелью на 7 посадочных мест, оснащена компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде:</p> <ul style="list-style-type: none"> • персональные компьютеры Неттоп Think Center Lenovo M710Q • мониторы ПУАМА PL2283Н, Dell CRHX9K2 • доска магнитно-маркерная Branberg • экран для проектора Projecta • проектор BenQ MH733 1920 x 1080
<p>Лаборатория мониторинга солнечной активности</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Нейтронный супермонитор 18NM64 (Станция космических лучей ИРКУТСК (ИРКТ)) • Барометр БРС-1М • Платы таймеров-счетчиков РСІ-1780 • Барометр рабочий сетевой БРС-1М-2 №16006-97 со свидетельством поверки. • Платы таймеров-счетчиков РСІ-1780 – Диск с программным обеспечением, поставляемый с платами.