МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное учреждение высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет" Институт физики





подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Физика и эволюция звезд Б1.Б.29

Специальность: <u>03.05.01 - Астрономия</u>
Специализация: <u>не предусмотрено</u>

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

Форма обучения: <u>очное</u> Язык обучения: <u>русский</u>

Автор(ы):
<u>Бикмаев И.Ф.</u>
Рецензент(ы):
<u>Жучков Р.Я.</u>

СОГЛАСОВАНО:		
	201	
Учебно-методическая комиссия Института физики: Протокол заседания УМК No от ""	201г	
Регистрационный No 662318		
Казань		

2018

Содержание

- 1. Цели освоения дисциплины
- 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
- 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
- 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
- 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
- 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
- 7. Литература
- 8. Интернет-ресурсы
- 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Бикмаев И.Ф. Кафедра астрономии и космической геодезии Отделение астрофизики и космической геодезии, Ilfan.Bikmaev@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Освоение основ физических состояний, внутреннего строения и наблюдательных проявлений звезд разных масс, температур, светимости и химического состава. Освоение основных ядерных реакций, протекающих в недрах звезд. Понимание основных физических параметров при переходе звезд из одной эволюционной стадии в другую.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.Б.29 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.05.01 Астрономия и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина Физика и эволюция звезд относится к Базовой части Профессионального цикла - С.З. 8. Является логически связанной с дисциплинами Общая астрофизика, модулями "Математика" и "Общая физика".

Для освоения дисциплины Физика и эволюция звезд обучающиеся должны знать сведения, полученные ранее при изучении Общей астрономии, Общей астрометрии, Общей астрофизики, математического анализа и общей физики.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-7 (профессиональные компетенции)	владение методами астрономического, физического и математического исследования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин;
ПСК-1.2	знание основных физических процессов, ответственных за природу и наблюдаемые особенности космических объектов и явлений;
ПСК-1.3	знание современных представлений о строении и эволюции Солнца, солнечной системы, звезд, межзвездной среды, галактик и других космических объектов.

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

физические процессы, протекающие в недрах звезд, основные физические параметры звезд, расположенных в различных частях диаграммы Герцшпрунга-Рессела, специфику астрофизических наблюдений звезд как с Земли, так и с космических аппаратов

2. должен уметь:

использовать приобретенные знания для астрофизических исследований звезд различных спектральных классов.

3. должен владеть:



принципами интерпретации результатов наземных и космических наблюдений звезд, находящихся на различных стадиях эволюции.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные навыки для практического использования в новейших исследованиях в области

физики звезд

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Лекции	Виды и ча аудиторной ра их трудоемк (в часах) Практические занятия	аботы, ость	Текущие формы контроля
1.	Тема 1. Определение понятия "звезда".	7	1-2	6	2	0	Устный опрос
	Тема 2. Перенос лучистой энергии в звезде.	7	3-5	4	2	0	Дискуссия
3.	Тема 3. Уравнение состояния вещества.	7	6-7	4	2	0	Устный опрос
4.	Тема 4. Источники энергии звезд. Нейтрино и звездная эволюция.	7	8-10	6	2	0	Дискуссия
၂၁.	Тема 5. Методы построения эволюционных моделей звезд.	7	11-13	4	4	0	Устный опрос
Ю.	Тема 6. Эволюция массивных одиночных звезд. Эволюция звезд с малой массой.	7	14-16	4	4	0	Дискуссия
	Тема 7. Конечные стадии эволюции звезд.	7	17-18	8	2	0	Устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Экзамен

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Итого			36	18	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Определение понятия "звезда".

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Определение понятия "звезда". Эволюция звезды как физический процесс. Наблюдательные критерии правильности теории эволюции звезд. Уравнение гидродинамического равновесия (УГР). Строгость выполнения УГР в звезде.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Гидродинамическая шкала времени. Запасы энергии в звезде. Наиболее вероятные источники энергии звезд. Шкала Кельвина-Гельмгольца. Ядерная шкала времени. УТР. Строгость выполнения УТР в звезде.

Тема 2. Перенос лучистой энергии в звезде.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Перенос лучистой энергии в звезде. Общее уравнение переноса излучения и его решение. Лучистое равновесие внутри звезды. Устойчивость теплового равновесия. Перенос энергии путем конвекции. Условие устойчивости лучистого равновесия.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Критерии Шварцшильда и Леду. Уравнение состояния газа при адиабатическом процессе. Конвективное равновесие. Конвективный поток энергии. Вывод формулы. Понятие длины перемешивания. Адиабатическиое приближение для градиента температуры. Характер конвекции в звездах. Метод Прандтля определения длины перемешивания. Шкала высот. Шкала давлений. Понятие о других процессах механического перемешивания вещества: циркуляция, турбулизация, приливные течения.

Тема 3. Уравнение состояния вещества.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Уравнение состояния вещества. Метод расчета концентрации атомов и электронов для случая идеального газа. Давление излучения и его учет. Вырождение электронов: полное нерелятивистское и релятивистское, частичное и полурелятивистское. Диаграмма "Температура - плотность" для уравнения состояния. Влияние плотности и температуры на состояние вещества. Понятие холодного вещества.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Коэффициенты поглощения и непрозрачности звездного вещества. Основные механизмы поглощения при различных температурах. Коэффициенты непрозрачности при связанно-свободных и свободно-свободных переходах и релеевском рассеивании. Закон Крамерса.

Тема 4. Источники энергии звезд. Нейтрино и звездная эволюция.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Источники энергии звезд. Условия, необходимые для возникновения термоядерных реакций. Протон-протонные реакции и углеродно-азотный цикл. Энергетика и вероятность реакций. Вывод интерполяционных формул для величины энергии, выделяющейся на 1 г звездного вещества. Пороцесс. Скорости измерения содержания Н и Не. Горение С,О,Si. е-процесс, s, r, p-процессы как процессы, обеспечивающие образование изотопов тяжелых элементов. Образование редких легких элементов. Реакции нетермоядерной природы. Реакции скалывания. Содержание Li в атмосферах звезд как фактор возраста.

практическое занятие (2 часа(ов)):



Нейтрино и звездная эволюция. Нейтрино на стадиях горения Н, уносимая ими энергия, оценка нейтринного потока от Солнца, приходящего на Землю. Нейтринный спектр, особенности образования линий спектра при Праспаде и электронном захвате. Эксперимент Дэвиса по регистрации нейтрино. Возможные объяснения расхождений результатов эксперимента с данными теории. Галлиевый и литиевый детекторы, их преимущества. Сцинтилляционный телескоп в Баксанском ущелье. Нейтрино на поздних стадиях эволюции: урка-процесс, распад плазменных волн, фотонейтринный процесс, аннигиляция позитронов, нейтринное тормозное излучение. Влияние нейтринных потерь на эволюцию звезд. Диаграмма "ядерная эволюция звезд". Экспериментальное определение массы покоя нейтрино. Физические и астрономические следствия ненулевой массы покоя нейтрино

Тема 5. Методы построения эволюционных моделей звезд.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Методы построения эволюционных моделей звезд. Система дифференциальных уравнений, лежащих в основе моделирования. Граничные условия. Основные этапы методики расчета моделей звезд на разных стадиях эволюции. Условия возникновения конвективных зон в центре и на поверхности.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Уравнение состояния протозвезды. Условия, необходимые для коллапса. Состояние неустойчивого равновесия. Влияние температуры на коллапс газопылевого облака. Критерии Джинса и Релея-Джинса. Физические характеристики областей образования протозвезд. Класси-ческий трек образования протозвезд на диаграмме Г-Р и трек Хаяши. Трек Хаяши для протозвезд различных масс. Качест-венное описание эволюции протозвезды. Модели Ларсона, их отличие от моделей Хаяши. Положение протозвезд на диаг-рамме Г-Р и их отождествление с наблюдательными объектами. Особенности эволюции массивных протозвезд: образование "коконов", обеднение тяжелыми элементами, сбрасывание "лишней" оболочки, пульсационный режим аккреции, невозможность наблюдений в оптике.

Тема 6. Эволюция массивных одиночных звезд. Эволюция звезд с малой массой. *пекционное занятие (4 часа(ов)):*

Эволюция массивной звезды. Эволюционный трек на диаграмме Г-Р и его краткое физическое описание. Периоды пульсационной неустойчивости. Сравнение с наблюдениями, диаграмма Г-Р. Сложности расчета моделей звезд на поздних стадиях эволюции; неопределенность критерия конвективной устойчивости, влияние потери массы: WR, OBN, OBC-звезды; трудности классической теории, не учитывающей потерю массы; эволюционный трек на диаграмме Г-Р с учетом потери массы; роль вращения и магнитного поля. Изменение хими-ческого состава звезды и межзвездной среды в процессе эволюции.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Эволюция звезды с малой массой. Понятие звезды малой массы: пределы сверху и снизу. Особенности эволюции, связанные с вырождением вещества. Эволюционный трек на диаграмме Г-Р, и его краткое физическое описание. Сравнение с наблюдениями, диаграмма Г-Р. Эволюция звезд умеренной массы. Особенности эволюции этих звезд. Их положение на диаграмме Г-Р.

Тема 7. Конечные стадии эволюции звезд.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Конечные стадии эволюции звезд. Белые карлики. Данные наблюдений. Особенности состояния недр белого карлика. Соотношение Эмдена. Предел Чандрасекара и его обоснование.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Возможные источники энергии одиночного белого карлика. Возможные пути образования белого карлика. Доказательства эволюционного пути "красный гигант - планетарная туманность - белый карлик". Оценка предельных масс планетарных туманностей. Возможные причины отторжения и ускорения оболочек красных гигантов

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Определение понятия "звезда".	7	I I-/	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
2.	Тема 2. Перенос лучистой энергии в звезде.	7	1 .1-0	подготовка к дискуссии	4	дискуссия
3.	Тема 3. Уравнение состояния вещества.	7	n-/	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
4.	Тема 4. Источники энергии звезд. Нейтрино и звездная эволюция.	7	I X-III	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
ان.	Тема 5. Методы построения эволюционных моделей звезд.	7	- .5	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
	Тема 6. Эволюция массивных одиночных звезд. Эволюция звезд с малой массой.	7	I 14-IN	подготовка к дискуссии	6	дискуссия
7.	Тема 7. Конечные стадии эволюции звезд.	7	1 1/-10	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Основная образовательная технология - лекционная подача материала сопровождаемая практическими занятиями.

Лекционный материал подается в классической форме в виде информационной лекции, практические занятия проводятся в виде дискуссионного обсуждения пройденного на лекциях материала.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Определение понятия "звезда".

устный опрос, примерные вопросы:

Определение понятия "звезда". Эволюция звезды как физический процесс. Наблюдательные критерии правильности теории эволюции звезд. Положение звезд на диаграмме Герцшпрунга-Рессела в зависимости от эволюционной стадии, массы, химического состава (ПК-7).

Тема 2. Перенос лучистой энергии в звезде.

дискуссия, примерные вопросы:

Перенос лучистой энергии в звезде. Общее уравнение переноса излучения и его решение. Лучистое равновесие внутри звезды. Устойчивость теплового равновесия (ПСК-1.2).

Тема 3. Уравнение состояния вещества.

устный опрос, примерные вопросы:



Уравнение состояния вещества. Метод расчета концентрации атомов и электронов для случая идеального газа. Давление излучения и его учет. Вырождение электронов: полное нерелятивистское и релятивистское, частичное и полурелятивистское. Диаграмма "Температура - плотность" для уравнения состояния. Влияние плотности и температуры на состояние вещества (ПСК-1.3).

Тема 4. Источники энергии звезд. Нейтрино и звездная эволюция.

устный опрос, примерные вопросы:

Источники энергии звезд. Условия, необходимые для возникновения термоядерных реакций. Протон-протонные реакции и углеродно-азотный цикл. Энергетика и вероятность реакций. Вывод интерполяционных формул для величины энергии, выделяющейся на 1 г звездного вещества. Скорости измерения содержания Н и Не. Горение С,О,Si. е-процесс, s, r, p-процессы как процессы, обеспечивающие образование изотопов тяжелых элементов. Образование редких легких элементов. Реакции нетермоядерной природы. Реакции скалывания. Содержание Li в атмосферах звезд как фактор возраста. Нейтрино и звездная эволюция. Нейтрино на стадиях горения Н, уносимая ими энергия, оценка нейтринного потока от Солнца, приходящего на Землю. Нейтринный спектр, особенности образования линий спектра при распаде и электронном захвате. Эксперимент Дэвиса по регистрации нейтрино (ПСК-1.2).

Тема 5. Методы построения эволюционных моделей звезд.

устный опрос, примерные вопросы:

Методы построения эволюционных моделей звезд. Система дифференциальных уравнений, лежащих в основе моделирования. Граничные условия. Основные этапы методики расчета моделей звезд на разных стадиях эволюции. Условия возникновения конвективных зон в центре и на поверхности (ПК-7).

Тема 6. Эволюция массивных одиночных звезд. Эволюция звезд с малой массой. дискуссия, примерные вопросы:

Эволюция массивных одиночных звезд. Понятие массивной звезды: пределы снизу и сверху. Эволюционный трек на диаграмме Герцшпрунга-Рессела (Г-Р) и его краткое физическое описание. Периоды пульсационной неустойчивости. Сравнение с наблюдениями, диаграмма Г-Р. Сложности расчета моделей звезд на поздних стадиях эволюции; неопределенность критерия конвективной устойчивости, влияние потери массы: WR, OBN, OBC-звезды; трудности классической теории, не учитывающей потерю массы; эволюционный трек на диаграмме Г-Р с учетом потери массы; роль вращения и магнитного поля. Изменение хими-ческого состава звезды и межзвездной среды в процессе эволюции. Эволюция звезды с малой массой. Понятие звезды малой массы: пределы сверху и снизу. Особенности эволюции, связанные с вырождением вещества. Эволюционный трек на диаграмме Г-Р, и его краткое физическое описание. Сравнение с наблюдениями, диаграмма Г-Р. Эволюция звезд умеренной массы. Особенности эволюции этих звезд. Их положение на диаграмме Г-Р (ПК-7).

Тема 7. Конечные стадии эволюции звезд.

устный опрос, примерные вопросы:

Конечные стадии эволюции звезд. Белые карлики. Данные наблюдений. Особенности состояния недр белого карлика. Соотношение Эмдена. Предел Чандрасекара и его обоснова-ние. Возможные источники энергии одиночного белого карлика. Возможные пути образования белого карлика. Доказательства эволюционного пути "красный гигант - планетарная туманность - белый карлик". Оценка предельных масс планетарных туманностей. Возможные причины отторжения и ускорения оболочек красных гигантов (ПСК-1.2, ПСК-1.3).

Тема. Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ по дисциплине "Физика и эволюция звезд "

- 1. Определение понятия "звезда".
- 2. Эволюция звезды как физический процесс.
- 3. Наблюдательные критерии, подтверждающие правильность теории эволюции звезд.



- 4. Уравнение гидростатичнеского равновесия. Вывод формулы. Строгость выполнения УГР в звезде.
- 5. Вывод уравнения переноса излучения и его решение для звездных недр.
- 6. Условия устойчивости лучистого равновесия.
- 7. В чем отличие критерия Леду от критерия Шварцшильда?
- 8. Что такое "конвективное равновесие"?
- 9. Конвективный поток энергии. Вывод формулы.
- 10. Что такое "длина пути перемешивания"?
- 11. Адиабатическое приближение для градиента температуры.
- 12. Метод Прандтля определения длины пути перемешивания.
- 13. В чем отличие шкалы высот от шкалы давлений?
- 14. Какие шкалы времени Вам известны ? Какие физические процессы в звезде они описывают ?
- 15. Выведите формулы для расчета концентрации атомов и электронов для случая идеального газа.
- 16. При каких физических условиях наступает вырождение электронов ? Виды вырождений.
- 17. Диаграмма "температура-плотность" для уравнения состояния.
- 18. Что такое "холодное вещество" ? Привести примеры типов звезд, вещество которых можно считать "холодным".
- 19. Охарактеризовать основные механизмы поглощения при различных температурах и плотностях на диаграмме "температура-плотность".
- 20. Суть законов Крамерса.
- 21. Условия, необходимые для возникновения термоядерных реакций.
- 22. В чем суть процесса горения водорода ? Перечислите и кратко опишите основные циклы этого процесса.
- 23. Перечислите основные термоядерные процессы, которые приходят на смену водородному циклу.
- 24. Что такое s, p, r и е-процессы ? При каких условиях они протекают в звезде ?
- 25. Роль нейтрино на ранних и поздних стадиях эволюции звезд.

7.1. Основная литература:

- 1. Сурдин В.Г. Звезды. 2-е изд., исп. и доп. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009, 48 с. // http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1 id=2332
- 2. Бескин В.С. Гравитация и астрофизика. М.: Физматлит, 2008, 158 с. // http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2114
- 3. Общая астрофизика / А. В. Засов, К. А. Постнов ; МГУ, Физ. фак., Гос. астроном. ин-т им. П. К. Штернберга .? 3-е изд., [испр. и доп.] .? Фрязино : Век 2, 2015 .? 573 с. : ил. ; 22 .? Библиогр.: с. 565-566 .? Предм. указ.: с. 567-573 .? ISBN 978-5-85099-194-4 ((в пер.)) , 1000. (НБ 15 экз.)

7.2. Дополнительная литература:

- 1. Физические вопросы теории звездной эволюции / Бисноватый-Коган Г.С.? Москва : Наука, 1989 .? 487с. (НБ 3 экз.)
- 2. Внутреннее строение звезд / Под ред. Л. Аллер ; Пер. Д. К. Надежин ; Пер. И. Г. Колесник .? Москва : Мир, 1970 .? 367с. (НБ 2 экз., фонд кафедры астрономии и космической геодезии 3 экз.)
- 3. Эволюция звезд: теория и наблюдения / А. Г. Масевич, А. В. Тутуков .? Москва : Наука, 1988 .? 280 с. : ил. ; 23 см .? Библиогр.: с. 270-280 .? ISBN 5-02-013861-4 : (НБ 4 экз.)



- 4. Ядерная астрофизика / Под ред. Ч. Барнса; Ф. Хойла; Е. М. Бербиджа; Дж. Р Бербиджа; Пер. Д. К. Надежина; Под ред. А. Г. Масевич .? Москва : Мир, 1986 .? 519с. (НБ 4 экз.)
- 5. Общая астрофизика / А. В. Засов, К. А. Постнов ; МГУ, Физ. фак., Гос. астроном. ин-т им. П.К. Штернберга .? [2-е изд., испр. и доп.] .? Фрязино : Век 2, 2011 .? 573 с. : ил. ; 22 .? Библиогр.: с. 565-566 .? Предм. указ.: с. 567-573 .? ISBN 978-5-85099-188-3 ((в пер.)) , 1000. (НБ 3 экз.)
- Общая астрофизика: учебное пособие для студентов вузов / А. В. Засов, К. А. Постнов.? Фрязино: Век 2, 2006.? 496 с.: ил.; 22 см.? В надзаг.: МГУ, Физический факультет, Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга.? Библиогр.: с. 485-486.? Предм. указ.: с. 487-493.? ISBN 5-85099-169-7 (в пер.), 1500. (НБ 107 экз.)
- 6. Бескин В.С. Осесимметричные стационарные течения в астрофизике. Изд.: 'Физматлит', ISBN: 5-9221-0646-5, 2005, 384 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://e.lanbook.com/view/book/2113/ ЭБС 'Лань'
- 7. Концепции современного естествознания: Учебник / В.М. Найдыш. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2010. 704 с.: ил.; 60х90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-98281-102-8, 1000 экз. Режим доступа: http://znanium.com/bookread.php?book=240013 ЭБС 'Знаниум'

7.3. Интернет-ресурсы:

сайт российской Астрономической сети; - www.astronet.ru сайт свободной энциклопедии - ru.wikipedia.org
Сайт Федерального космического агентства - http://www.federalspace.ru/1307/
сайт электронной библиотеки по физике и астрономии; - adsabs.harvard.edu/
Эволюция звезд, электронное пособие - http://www.astronet.ru/db/msg/1188340

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Физика и эволюция звезд" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB.audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Ноутбук/персональный компьютер; мультимедийный проектор с экраном.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 03.05.01 "Астрономия" и специализации не предусмотрено .



Автор(ы): Бикмаев И.Ф.			
" "	_201	г.	
Рецензент(ы): Жучков Р.Я.			
""	201	г.	_