

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория  
Российской академии наук**

ПРИНЯТО

Ученым советом ГАО РАН

протокол № 6

«25» августа 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ГАО РАН  
доктор физ.-мат. наук



Н.Р. Ихсанов

«25» августа 2021 г.

**ПРОГРАММА  
ПОДГОТОВКИ К КОМПЛЕКСНОМУ (МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМУ)  
ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ**

**направление подготовки – 03.06.01 «Физика и Астрономия»  
профиль – 01.03.02 «Астрофизика и звездная астрономия»  
дополнительная дисциплина: «Педагогика высшего образования»**

Форма обучения: **очная / заочная**

Квалификация выпускника: **Исследователь. Преподаватель-исследователь**

## 1. Основные положения

Государственный экзамен по специальной дисциплине (далее – госэкзамен) проводится в соответствии с Положением о Государственной итоговой аттестации по направлению подготовки 03.06.01 – «Физика и астрономия» федерального государственного образовательного стандарта и направленности (профилю) программы подготовки, соответствующей научной специальности 01.03.02 – «Астрофизика и звездная астрономия».

Программа составлена в соответствии с приказом Министерства образования и науки России от 18.03.2016 № 227 «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), программам ординатуры, программам ассистентуры-стажировки»; паспортом научной специальности, разработанным экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59 «Номенклатуры специальностей научных работников».

Основу данной программы составили ключевые положения следующих дисциплин: Астрофизика, Радиоастрономия и Звездная астрономия, Педагогика высшего образования.

Экзамен проводится в комбинированной (письменно-устной) форме или только в устной форме, если проводится в дистанционной форме.

**Цель** госэкзамена заключается в оценке степени и уровня освоения обучающимися программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре: определении уровня общей личностной культуры, профессиональной компетентности и готовности аспиранта к научно-теоретической, исследовательской, опытно-экспериментальной и педагогической деятельности. Ориентация аспирантов и соискателей в вопросах истории астрономии и физики позволяет им обоснованно, профессионально, методологически и методически грамотно конструировать и организовать собственную исследовательскую деятельность, выстраивая ее в логике научного процесса. Навыки педагогической деятельности и представления о педагогическом процессе дают возможность вести преподавательскую деятельность и подготавливать новые научные кадры. С этих позиций организация госэкзамена должна строиться в соответствии с существующими общими нормативными требованиями, а его программа должна быть скорректирована на основе своеобразия той или иной научной школы.

В качестве наиболее значимых методологических принципов подготовки к сдаче госэкзамена необходимо рассматривать следующие:

- хронологичности, позволяющей анализировать астрономические теории и методику изучения астрономических объектов как многомерное, развивающееся явление, имеющее сложную структуру;

- целостности, ориентирующей на сквозное рассмотрение процесса становления и развития той или иной концепции в единстве с общими тенденциями развития научной теории и практики;

- вариативности, допускающей внесение определенной авторской коррекции в существующие концептуальные научно-теоретические подходы и их дальнейшую интерпретацию в собственной исследовательской работе;

- интегративности, основывающейся на тщательном изучении общих тенденций и закономерностей истории литературы и теории литературы и частных методик.

Таким образом, программа госэкзамена предполагает детальное осознание уже существующих теоретико-методологических оснований исследуемой научной области и

формирование на их основе собственного исследовательского подхода в контексте разработки основных технологических установок, соответствующих традициям той или иной научной школы, а также предполагает комплексную готовность аспиранта к осуществлению педагогической деятельности.

Это нацеливает аспирантов и соискателей на необходимость в ходе подготовки к госэкзамену осуществлять критический, сравнительно-сопоставительный анализ разнообразных по своей концептуальной и методологической направленности научных (философских, теоретических, технологических, практических) разработок с целью оптимизации дальнейшей научно-исследовательской деятельности.

## 2. Место государственного экзамена в структуре ООП

Государственный экзамен относится к базовой части Блока 4 «Государственная итоговая аттестация» ОПОП аспирантуры (Б4.Г.1).

Государственная итоговая аттестация проводится по окончании выполнения учебного плана по основной образовательной программе высшего образования по подготовке научно-педагогических кадров в аспирантуре ГАО РАН в сроки, определяемые календарным учебным графиком в соответствии с учебным планом.

Общая трудоемкость составляет 3 зачетных единицы.

## 3. Компетенции, проверяемые в результате проведения госэкзамена

Код	Содержание
<i>Общепрофессиональные компетенции (ОПК)</i>	
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ОПК-2	Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования
<i>Профессиональные компетенции (ПК)</i>	
ПК-2	Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования по направленности «Астрофизика и звездная астрономия» (01.03.02)
<i>Универсальные компетенции (УК)</i>	
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.
УК-2	Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки.
УК-3	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.
УК-4	Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке
УК-5	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального

#### 4. Требования к госэкзамену

Государственный экзамен имеет целью проверку уровня освоения образовательной программы подготовки, профессиональных навыков и компетентностного ориентирования аспиранта.

В основу программы государственного экзамена по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» (квалификация «исследователь, преподаватель-исследователь») направленность 01.03.02 «Астрофизика и звездная астрономия» положены дисциплины: «Педагогика высшего образования», «Астрофизика», «Радиоастрономия», «Звездная астрономия», элективные курсы «Астрофизика высоких энергий», «Релятивистская астрофизика», «Физика молодых звезд и околозвездной среды».

Аспиранту на государственном междисциплинарном (комплексном) экзамене необходимо дать ответы по трём вопросам:

– первый вопрос оценивает комплексную готовность к осуществлению педагогической деятельности, включающую фундаментальные теоретические и прикладные знания в области педагогики; понимание специфики высшего образования в области физики и астрономии, опыт преподавательской деятельности, полученных в ходе обучения в аспирантуре;

– второй вопрос оценивает комплексную готовность к осуществлению научно-исследовательской деятельности, сформированность целостного научного мировоззрения, знание философских и методологических основ современной научно-исследовательской деятельности, владение современными методиками научно-исследовательской, научно-организационной и научно-информационной деятельности;

– третий вопрос оценивает группу профессиональных компетенций, сформированных в ходе изучения дисциплин базовой и вариативной части, а также научно-исследовательской деятельности, позволяет оценить способность к приложению универсальных компетенций к объектам будущей профессиональной деятельности.

#### 5. Основные критерии оценки госэкзамена

Общими критериями оценивания ответа аспиранта (экстерна) являются: полнота и правильность ответа; широта и глубина применяемых в ответе фактов, примеров; функциональность и вариативность языковых и речевых единиц; аутентичность использования языкового материала, его коммуникативная, когнитивная уместность и достаточность; языковое оформление ответа; степень осознанности, понимания изученного; связность и корректность речи. Частные критерии определяются в соответствии с содержанием вопроса.

Оценка «5». Развернутый ответ на должен представлять собой связное, логичное, последовательное раскрытие поставленного вопроса, освещение различных научных концепций, с ней связанных; широкое знание литературы по вопросу. Аспирант должен обнаружить понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике, излагать материал последовательно с точки зрения логики предмета и норм литературного языка.

Оценка «4» выставляется, если аспирант дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускаются некоторые ошибки, которые справляются самостоятельно, и некоторые недочеты в изложении вопроса.

Оценка «3» выставляется, если аспирант обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в ответе; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка «2» выставляется, если аспирант обнаруживает незнание большей части проблем, связанных в изучением вопроса; допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке аспиранта (соискателя), которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.

При выставлении оценки, особенно неудовлетворительной, председатель объясняет сдающим госэкзамен по специальности недостатки его ответа.

Программа госэкзамена и список основной и дополнительной литературы обновлен с учетом развития научной мысли в области астрометрии и небесной механики.

## **6. Структура госэкзамена**

Госэкзамен – дифференцируемый результат по четырехбалльной системе итоговой аттестации аспиранта по дисциплинам, проблемы и темы которых входят в программу госэкзамена. Госэкзамен проводится в форме собеседования или ответов на экзаменационные вопросы.

Госэкзамен предполагает наличие 3 вопросов.

Первый вопрос – по дисциплине «Педагогика высшего образования» (на него дается письменный ответ).

Второй и третий вопросы относятся к специальной дисциплине: второй вопрос – по обязательным научным дисциплинам данной направленности (профиля); третий – по вариативной дисциплине (спецкурсу) образовательной программы, связанным с научными исследованиями по профилю подготовки аспиранта. На эти вопросы аспирант отвечает устно.

Программа утверждается на заседании Ученого совета, на титульной странице вписывается его номер и дата заседания. В списке литературы должны присутствовать источники за последние 5 лет. Программа в печатном и электронном виде сдается заведующему аспирантурой до создания комиссии по приему госэкзамена. Программа публикуется на сайте ГАО РАН.

## **7. Список вопросов госэкзамена по дисциплине «Педагогика высшего образования»**

1. Тенденции развития высшего образования в современном мире. Образовательные стандарты и образовательные программы высшей школы.
2. Педагогика высшего образования в системе психолого-педагогических наук. Основные категории педагогики высшего образования.
3. Предмет, задачи, методы педагогики высшей школы.
4. Педагогический процесс в высшей школе. Цели и принципы педагогического процесса.
5. Принципы отбора и структурирования содержания обучения в высшей школе.
6. Дидактика высшей школы: основные понятия, принципы обучения.
7. Методы и средства обучения в высшей школе.
8. Формы организации учебного процесса в высшей школе.
9. Педагогический контроль в высших учебных заведениях. Функции и виды педагогического контроля.
10. Современные технологии обучения в высшей школе.

11. Педагогические способности и педагогическое мастерство преподавателя высшей школы.
12. Психолого-педагогические требования к преподавателю высшей школы: профессиональные и личностные качества, педагогическая культура преподавателя вуза. Структура профессиональной деятельности преподавателя высшей школы.
13. Профессиональный стресс и эмоциональное «выгорание» в педагогической деятельности. Психогигиена преподавателя высшей школы.
14. Студент как субъект образовательного процесса. Психологические особенности юношеского возраста. Социальная адаптация студентов в вузе.
15. Психолого-педагогические особенности воспитания и развития личности в образовательном процессе высшей школы.

## **8. Список вопросов госэкзамена по обязательным дисциплинам**

### **1. Приборы и методы астрофизики**

1. Оптические телескопы. Эффективность телескопов, связь с качеством изображения. Методы достижения высокого углового разрешения. Активная и адаптивная оптика.
2. Принципы спектрального анализа. Спектрографы. Спектральное разрешение и факторы, его определяющие.
3. Солнечные телескопы: целостат, коронограф. Принципы измерения магнитных полей на Солнце.
4. Приемники оптического излучения. Фотоэлектрический умножитель. Приборы с зарядовой связью. Понятие квантового выхода. Особенности регистрации инфракрасного излучения.
5. Шкала звездных величин и показателей цвета. Фотометрические системы. Современные методы фотоэлектрической фотометрии. Поляризационные наблюдения.
6. Радиотелескопы, принцип работы. Различные типы антенн (параболические, дипольные, антенные решетки). Эффективная площадь антенны. Размер и форма диаграммы направленности.
7. Радиометры. Антенная температура, шумовая температура, полоса пропускания, чувствительность.
8. Принципы интерферометрии. Радиоинтерферометры. Метод апертурного синтеза. Радиотелескопы с незаполненной апертурой.
9. Интерферометрия со сверхдлинными базами. Угловое разрешение интерферометров.
10. Внеатмосферные наблюдения, решаемые задачи. Инфракрасные, ультрафиолетовые, рентгеновские и гамма- обсерватории.
11. Оптические телескопы. Оптические схемы рефлекторов и зеркально-линзовых телескопов. Механические конструкции телескопов. Экваториальные и азимутальные установки.
12. Аберрации оптических систем, способы их уменьшения. Влияние атмосферы на изображение точечного объекта. Методы повышения качества изображения. Активная и адаптивная оптика.
13. Принципы спектрального анализа. Спектральное разрешение и его зависимость от параметров спектрографа и диспергирующего элемента.
14. Классический дифракционный спектрограф. Эшелле-спектрограф. Получение спектра с использованием интерферометра Фабри-Перо.
15. Приемники оптического излучения. Фотоэлектрический умножитель. Приборы с зарядовой связью. Линейность, спектральная чувствительность.
16. Отношение сигнал/шум, понятие квантового выхода. Основные источники шумов приемника и методы их уменьшения.

17. Шкала звездных величин и показателей цвета. Фотометрические системы. Современные методы фотоэлектрической фотометрии. Фотоэлектрический фотометр.
18. Антенны радиотелескопов. Облучатели. Требования, предъявляемые к механическим конструкциям антенн. Ближняя и дальняя зоны антенн. Шумовая температура и эффективная площадь антенны. Размер и форма диаграммы направленности.
19. Радиометры. Антенная температура, шумовая температура, полоса пропускания, чувствительность. Акусто-оптические спектрометры.
20. Принципы интерферометрии. Радиоинтерферометры. Метод апертурного синтеза. Радиотелескопы с незаполненной апертурой. Интерферометрия со сверхдлинными базами. Угловое разрешение интерферометров.
21. Абсолютное и относительное измерение потоков радиоизлучения, точность измерений. Оценка линейной и круговой поляризации радиоизлучения.
22. Внеатмосферные наблюдения, решаемые задачи. Приемники излучения, используемые для далекой инфракрасной и ультрафиолетовой области, рентгеновской и гамма-областях. Инфракрасные, ультрафиолетовые, рентгеновские и гамма-обсерватории.

## **2. Солнце и солнечная система**

1. Основные характеристики Солнца как звезды. Внутреннее строение. Фотосфера. Хромосфера. Корона. Солнечный ветер.
3. Активные образования на Солнце, связь с магнитными полями. Солнечные вспышки и сопровождающие их явления. Рентгеновское излучение Солнца. Спокойное и спорадическое радиоизлучение. Представление о гелиосейсмологии.
4. Основные характеристики планет (масса, плотность, характер вращения, свойства атмосферы, магнитные поля, условия на поверхности). Наземные и космические методы исследования тел солнечной системы.
5. Малые тела Солнечной системы. Спутники и кольца планет. Астероиды и пояса астероидов. Кометы.
6. Физическое состояние межпланетной среды. Метеорное вещество.
7. Радиоизлучение планет. Радиолокационные методы исследования планет и малых тел солнечной системы.

## **3. Звезды**

1. Спектральная классификация звезд, ее физическая интерпретация.
2. Светимости, эффективные температуры и показатели цвета звезд. Прямые и косвенные методы определения из наблюдений размеров и масс звезд.
3. Источники энергии на различных стадиях эволюции звезд. Эволюционные треки звезд различной массы на диаграмме Герцшпрунга-Рессела (диаграмме цвет-светимость). Конечные стадии звездной эволюции. Вырожденные звезды (белые карлики), нейтронные звезды, черные дыры, их физические свойства и наблюдаемые проявления. Радиопульсары.
4. Двойные и кратные звезды. Затменно-переменные. Функция масс и оценка масс компонент в двойных системах.
5. Тесные двойные системы и особенности их эволюции. Аккреция на компактные звезды. Рентгеновские источники в двойных системах. Новые звезды. Барстеры.
6. Переменные и нестационарные звезды. Пульсирующие переменные (цефеиды, долгопериодические переменные, переменные типа КК Лиры). Звезды с оболочками (Ве, МК). Звезды типа Т Тельца. Объекты Ae/Be Херbiga. Катаклизмические переменные.

7. Сверхновые звезды, типы сверхновых, наблюдаемые особенности. Процессы, приводящие к взрыву. Роль сверхновых в обогащении межзвездной среды тяжелыми элементами.

#### **4. Основы теоретической астрофизики**

1. Элементарные процессы излучения и поглощения электромагнитных квантов. Излучение и распространение радиоволн в тепловой плазме. Космические источники теплового и не-теплового излучения в различных областях спектра.
2. Механизмы переноса энергии. Уравнение переноса. Локальное термодинамическое равновесие. Эддингтоновский предел светимости.
3. Источники поглощения в континууме в атмосферах звезд и форма непрерывных спектров для звезд различных классов.
4. Модели звездных атмосфер. Механизмы образования линий поглощения. Понятие эквивалентной ширины линий. Профили линий, механизмы уширения линий. Кривая роста. Химический состав звездных атмосфер.
5. Уравнения, описывающие внутреннее строение звезд. Строение звезд различных спектральных классов. Уравнение состояния вырожденного газа. Предельная масса белых карликов и нейтронных звезд.
6. Теория космического радиоизлучения. Тормозное излучение плазмы. Магнитотормозное излучение. Синхротронное излучение релятивистских электронов. Время высвечивания. Обратный комптон-эффект.

#### **5. Галактика**

1. Строение Галактики. Звездные населения и подсистемы. Спиральная структура Галактики, наблюдаемые проявления. Ядро Галактики.
2. Звездные скопления и ассоциации. Интерпретация диаграмм «цвет-звездная величина».
3. Звездная кинематика. Движение Солнца относительно звезд. Вращение Галактики. Связь кинематических свойств с пространственным распределением объектов. Звездная динамика. Фазовая плотность и уравнение Больцмана для звездных систем. Интегралы движения. Теорема вириала и ее применение. Регулярные и иррегулярные силы. Время релаксации. Интеграл столкновений.
4. Гравитационная устойчивость тонкого вращающегося диска. Дисперсионное уравнение. Спиральные ветви, представление о волнах плотности.
5. Физическое состояние межзвездного газа. Молекулярные облака, области H I и H II, корональный газ, мазерные конденсации. Механизмы излучения газа в различных состояниях.
6. Оптическое излучение межзвездного газа. Запрещенные линии. Газовые туманности различных типов. Радиолинии. Мазерные источники.
7. Ударные волны в межзвездной среде. Остатки Сверхновых и их эволюция.
8. Гравитационная неустойчивость газовой среды и конденсация газа. Протозвезды и молодые звезды. Околзвездные диски. Области звездообразования.
9. Межзвездная пыль, наблюдаемые проявления. Собственное излучение пыли. Межзвездное поглощение и его учет.
10. Межзвездные магнитные поля, наблюдаемые проявления. Понятие вмороженности поля. Космические лучи, их проявления, основные источники. Распространение космических лучей в магнитном поле Галактики.



## **6. Внегалактическая астрономия и элементы космологии**

1. Классификация галактик. Особенности структуры галактик разных морфологических типов. Содержание газа и звездообразование в галактиках.
2. Размеры, светимость, скорость вращения и масса галактик, принципы их оценок. Проблема существования темного гало. Карликовые галактики, наблюдаемые особенности.
3. Группы и скопления галактик. Взаимодействующие галактики. Межгалактический газ в системах галактик.
4. Галактики с активными ядрами. Квазары. Представление о механизмах активности.
5. Радиоизлучение галактик и их ядер. Радиогалактики: мощность радиоизлучения, радиоструктура. Радиоджеты.
6. Шкала расстояний, закон Хаббла. Крупномасштабное распределение галактик.
7. Фридмановские модели расширяющейся Вселенной, понятие критической плотности и космологической постоянной. Постоянная Хаббла и «возраст» Вселенной.
8. Реликтовое излучение, его происхождение. Флуктуации яркости. Ранние стадии расширения Вселенной. Первичный нуклеосинтез.
9. Проблема образования галактик. Ожидаемые свойства молодых галактик. Галактики на больших красных смещениях.

## **9. Список вопросов госэкзамена по вариативным дисциплинам**

1) По спецкурсу «Астрофизика высоких энергий»:

- Внесистемные единицы измерения величин, используемые в литературе по астрофизике высоких энергий, основные классы рентгеновских и гамма источников и особенности их распределения в Галактике и за ее пределами.
- Признаки аккреционной природы рентгеновского излучения долгопериодических пульсаров.
- Модель радиопульсара. Размер и форма магнитосферы. Темп потерь вращательной энергии, Механизмы эжекции релятивистского ветра.
- Модель аккреции вещества нейтронной звездой из межзвездной среды.
- Модель аккреции вещества нейтронной звездой из звездного ветра своего компаньона в массивной тесной двойной системе.
- Процесс обмена массой между компонентами маломассивной рентгеновской двойной системы.
- Кеплеров турбулентный аккреционный диск.
- Механизм аккреции вещества нейтронной звездой из замагниченной газовой оболочки.
- Кинематические методы определения  $R_0$ .
- Магнито-левитационный сценарий аккреции в долгопериодических рентгеновских пульсарах.
- Ротационная эволюция нейтронной звезды в тесной двойной системе.
- Взрывные переменные. Новые и новоподобные звезды.
- Ротационная эволюция компактной звезды в состоянии пропеллера.
- Сценарий аккреции вещества на черную дыру. Модель микроквазара.
- Модель аккреционной колонки. Спектр аккрецирующих рентгеновских источников.
- Аномальные рентгеновские пульсары и источники повторяющихся гамма-всплесков.
- Рентгеновский фон Галактики. Его параметры и возможные источники.
- Спектр космических лучей. ГЗК-предел.
- Космологические гамма-всплески.
- Изолированные рентгеновские пульсары и сценарии их образования.
- Космические источники гамма-излучения сверхвысоких энергий.

- Сценарий эволюции массивной тесной двойной системы.
- Рентгеновские барстеры.
- Сверхкритическая аккреция.
- Методы оценки Галактической популяции компактных звездных объектов.

2) По спецкурсу «Релятивистская астрофизика»:

- Основы рентгеновской астрономии. Основные энергетические интервалы. Основные рентгеновские и гамма-спутники.
- Распределение рентгеновских источников по небесной сфере. Критерии деления источников на галактические и внегалактические.
- Основные источники космического рентгеновского излучения.
- Остатки сверхновых и быстровращающиеся нейтронные звезды как источники рентгеновского излучения.
- Рентгеновские пульсары в тесных двойных системах. Элементы теории аккреции: определение светимости, радиуса захвата, альвеновской поверхности и размера горячей области на поверхности нейтронной звезды.
- Вспыхивающие рентгеновские источники – барстеры. Основные наблюдательные данные и теоретические выводы.
- Магнитные белые карлики в тесных двойных системах – поляры. Основные наблюдательные данные и теоретические оценки величины магнитного поля.
- Элементы теории излучения плазмы в сильном магнитном поле. Резонансные коэффициенты переноса. Поляризация излучения плазмы в сильном магнитном поле.
- Определение основных физических параметров нейтронных звезд по данным наблюдений их рентгеновского излучения. Уравнения состояния и скорость охлаждения нейтронной звезды.
- Космические гамма-всплески. Основные наблюдательные данные и теоретические модели.

3) По спецкурсу «Физика молодых звезд и околозвездной среды»:

- Дать определение радиусу магнитосферы звезды.
- Вывести формулу, определяющую энерговыделение в аккреционном диске за счет вязкого трения. Указать условия, при которых это энерговыделение становится главным в термодинамике аккреционных дисков.
- Вывести формулу, определяющую аккреционную светимость звезды.
- Структура коэффициента поглощения в околозвездных дисках и его температурная зависимость.
- Структура протопланетных дисков, зона сублимации пыли, внутренние (газовые) диски.
- Методы диагностики протопланетных дисков.
- Механизмы переменности молодых звезд.
- Распределение энергии в спектре молодых звезд и его основные компоненты.
- Время жизни и механизмы диссипации протопланетных дисков
- Дисковые ветры: механизмы образования и наблюдательные проявления.
- Поверхностная неоднородность молодых звезд, ее происхождение и наблюдательные проявления.

4) По спецкурсу «Радиоастрофизика солнечных и звездных вспышек»:

- Принципы радиогелиографических наблюдений солнечных вспышек.
- Тепловое и нетепловое излучение. Когерентный и некогерентный (спонтанный) процессы генерации излучения.
- Резонанс волна-частица. Основные формулы.
- Механизмы и модели генерации радиоизлучения основных типов солнечных и звездных радио-всплесков.
- Типы магнито-тормозного излучения и их особенности. Эффект Разина.
- Распространение волн в плазме. Основные типы волн в плазме.
- Основные модели солнечных и звездных вспышек.
- Триггеры солнечных вспышек и СМЕ.
- МГД-колебания и неустойчивости магнитных плазменных трубок. Кинк-неустойчивость. Неустойчивость Рэлея-Тейлора.
- Квазипериодическая модуляция микроволнового излучения МГД колебаниями магнитных петель.
- Механизмы ускорения электронов в солнечных вспышках.
- Распространение заряженных частиц в магнитной ловушке. 1-ый адиабатический инвариант.
- Кинетическое уравнение для частиц в магнитной ловушке. Уравнение Фоккера-Планка.
- Типы питч-угловой анизотропии быстрых электронов в магнитном поле. Кинетические неустойчивости в плазме солнечной короны. Пучковая и конусная неустойчивости в корональных магнитных петлях.
- Влияние питч-угловой анизотропии излучающих электронов на интенсивность, спектр и поляризацию некогерентного гиротронного излучения.

## 10. Литература

### 1. Литература по дисциплине «Педагогика высшего образования»

1. Шарипов Ф.В. Педагогика и психология высшей школы. М.: Редакционно-издательский дом Российского нового университета, 2017. – 448с.
2. Столяренко А.М. Педагогика и психология, учебник 3-е изд., Юнити-Дана, 2010 – 544 с.
3. Вербицкий А.А. Преподаватель – главный субъект реформы образования//Высшее образование в России. – 2014. - № 4 - С. 13-21. URL: <http://vovr.ru/upload/4-14.pdf>
4. Ким И.Н. Профессиональная деятельность преподавателя российского вуза: сложившиеся стереотипы и необходимость перемен // Высшее образование в России. – 2014. -№ 4 – С. 39-48. URL: <http://vovr.ru/upload/4-14.pdf>
5. Сенашенко В.С., Медникова Т.Б. Компетентный подход в высшем образовании: миф и реальность // Высшее образование в России. – 2014. - № 5 – С. 34-46. URL: <http://vovr.ru/upload/5-14.pdf>

### 2. Основная литература по обязательным дисциплинам

1. Шапиро С., Тьюколски С., Черные дыры, белые карлики и нейтронные звезды, в 2-х томах, Москва, Мир, 1985.
2. Железняков В.В., Излучение в астрофизической плазме, Москва, Янус-К, 1997.
3. Мартынов Д.Я. Курс практической астрофизики, М.: Наука, 1977.

4. Мартынов Д.Я. Курс общей астрофизики, М.: Наука, 1988.
5. Физика космоса: маленькая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1986.
6. Грей Д. Наблюдения и анализ звездных фотосфер. М.: Мир, 1980.
7. Куликовский П.Г. Звездная астрономия. М.: Наука, 1985.
8. Марочник Л.С., Сучков А.А., Галактика. М.: Наука, 1986.
9. Краус Дж. Радиоастрономия. М.: Сов. радио, 1972.
10. Липунов В.М. Астрофизика нейтронных звезд. М.: Наука, 1987.
11. Щеглов П.В. Проблемы оптической астрономии. М.: Наука, 1986.
12. Рузмайкин А.А., Соколов Д.Д., Шукуров А.М.: Магнитные поля галактик. М.: Наука, 1988.
13. Гоффмейстер К., Рихтер Г., Венцель В. Переменные звезды. М.: Наука, 1990.
14. В.Л.Гинзбург «Распространение электромагнитных волн в плазме» М.Наука 1967
15. С.А.Каплан «Элементарная радиоастрономия» М.Наука 1966
16. В.В.Железняков «Излучение в астрофизической плазме», М.Янус-К 1997
17. Плазменная гелиогеофизика, Том I, (ред. Л.М.Зелёный и И.С.Веселовский) М.Физматлит 2008
18. У.Христиансен, И.Хёгбом «Радиотелескопы» М.Мир 1988
19. А.Р.Томпсон, Дж.М.Моран, Дж.У.Свенсон «Интерферометрия и синтез в радиоастрономии» М.Физматлит 2003
20. Соболев В.В. Курс теоретической астрофизики. М.: Наука, Наука, 1985 (и последующие переиздания).
21. Пулковский курс астрофизики и звездной астрономии. ч. II. М: НАУКА, 1973.
22. Огородников К.Ф., Динамика звездных систем. М.: ГОСИЗДАТ, 1958.
23. Паренаго П.П., Курс звездной астрономии. М.: ГОСИЗДАТ, 1954.
24. Марочник Л.С., Сучков А.А., Галактика. М.: НАУКА, 1984.
25. Куликовский П.Г., Звездная астрономия. М.: НАУКА, 1985.
26. Агекян Т.А., Теория вероятностей для астрономов и физиков. М: НАУКА, 1974.
27. Рольфс К., Лекции по теории волн плотности. М.: МИР, 1980.
28. Витязев В.В., Вейвлет-анализ временных рядов. Изд-во СПбГУ, 2001. (<http://www.astro.spbu.ru/sites/default/files/wavelet.pdf>)
29. Локтин А.В., Марсаков В.А., Лекции по звездной астрономии. Изд-во ЮФУ, 2009.

### 3. Дополнительная литература по обязательным дисциплинам

1. М.Лонгейр, Астрофизика высоких энергий, Москва, Мир, 1984.
2. А.З.Долгинов, Ю.Н.Гнедин, Н.А.Силантьев, Распространение и поляризация излучения в космической среде, Москва, Наука, 1979.
3. Y.N.Gnedin, T.M.Natsvlishvili, Magnetic Fields of Stars: The Interaction between Observations and Theory, Harwood Academic Publishers (Astrophys. Space Phys., 2000, Vol.10, pp.1-83).
4. Y.N.Gnedin, N.A.Silant'ev, Basic Mechanism of Light Polarization in Cosmic Media, Harwood Academic Publishers, 1997, (Astrophys. Space Phys., v.10, pp. 1-49, 1997).
5. В.С.Бескин, Осесимметричные стационарные течения в астрофизике, Москва, Физматлит, 2005.
6. С.А.Каплан, В.Н.Цытович «Плазменная астрофизика» М.Наука 1972
7. В.В.Железняков «Радиоизлучение Солнца и планет» М.Наука 1964
8. А.Пахольчик «Радиоастрофизика» М.Мир. 1973
9. Э.Прист, Т.Форбс «Магнитное пересоединение» М.Физматлит 2005
10. Кинг А.Р., Введение в классическую звездную динамику. М: УРСС, 2002.
11. Белецкий В.В., Очерки о движении космических тел. М.: ЛКИ, 2009.

#### **4. Список обязательной литературы по спецкурсу «Астрофизика высоких энергий»:**

1. Бисноватый-Коган Г.С., Релятивистская астрофизика и физическая космология, Москва «Каскад», 2010, 363 с.
2. Бисноватый-Коган Г.С., Двойные и подкрученные радиопульсары: через 30 лет после наблюдательного открытия. Успехи физических наук, т. 176, №1, с. 59-75.
3. Бескин В.С., Осесимметричные стационарные течения в астрофизике. Москва, Физматлит, 2005, 381 с.
4. Потехин А.Ю., Физика нейтронных звезд. Успехи физических наук, т.180, № 12, с. 12791304 (2010).
5. Ихсанов Н.Р., Бескровная Н.Г., АЕ Водолея как представитель нового подкласса взрывных переменных. Астрономический журнал, т. 89, № 8, с. 659-673 (2012).
6. Ихсанов Н.Р., Лих Ю.С., Бескровная Н.Г., Об эволюции периодов долгопериодических рентгеновских пульсаров. Астрономический журнал, т. 91, № 6, с. 449-459 (2014).

#### **5. Список дополнительной литературы по спецкурсу «Астрофизика высоких энергий»:**

1. Липунов В.М., Астрофизика нейтронных звезд. Москва.: Наука, 1987. 296 с.
2. Лонгейр М., Астрофизика высоких энергий. Москва: Мир, 1984. 396 с.
3. Гинзбург В.Л., Теоретическая физика и астрофизика. Москва Наука 1981. 503 с.
4. Горбацкий В.Г., Космическая газодинамика. Москва Наука, 1977. 360 с.
5. Биеноватый-Коган Г.С., Ихсанов Н.Р. Новый взгляд на аномальные рентгеновские пульсары. Астрономический журнал т. 91, № 4, с. 275-286 (2014).
6. Ихсанов Н.Р., Бескровная Н.Г., О механизме торможения рентгеновского пульсара 4U 2206+54. Астрономический журнал, т. 90, № 4, с. 322-329 (2013).

#### **6. Список обязательной литературы по спецкурсу «Релятивистская астрофизика»:**

1. Г.С.Бисноватый-Коган, Релятивистская астрофизика и физическая космология, Москва, Издательство «Красанд», 2011.
2. С.Шапиро, С.Тьюколски, Черные дыры. Белые карлики и нейтронные звезды, т.1,2, Москва, Издательство «Мир», 1985.

#### **7. Список дополнительной литературы по спецкурсу «Релятивистская астрофизика»:**

1. И.С.Шкловский, Звезды: их рождение, жизнь и смерть, Наука, Москва, 1977.
2. Физика космоса. Маленькая энциклопедия, Москва, Наука, 1986.

#### **8. Список обязательной литературы по спецкурсу «Физика молодых звезд и околозвездной среды»:**

1. «Protostars and Planets V», edited by B. Reipurth, D. Jewitt, and K. Keil, University of Arizona Press, Tucson, 2006
2. «Protostars and Planets VI» edited by H.Beuther, R.S. Klessen, C.P. Dullemond, T. Henning, , University of Arizona Press, Tucson, 2014
3. Сурдин В.Г. «Рождение звезд», УРСС, Москва, 2000, 264 с.

#### **9. Список дополнительной литературы по спецкурсу «Физика молодых звезд и околозвездной среды»:**

1. «Protostars and Planets IV», edited by Vince Mannings, A. P. Boss, and S.S. Russell, 1422 pp., 2000

2. Морозов А.Г., Хоперсков А.В. «Физика дисков», ВолГУ, Волгоград, 2005, 423 с.

**10. Список обязательной литературы по спецкурсу «Радиоастрофизика солнечных и звездных вспышек»:**

1. Р.Е. Гершберг. Активность солнечного типа звезд главной последовательности. Симферополь: Антиква, 2015. 613 с. ISBN 978-5-9906277-0-3.
2. Введение в радиоастрономию Солнца : монография / А. Т. Алтынцев, Л. К. Кашапова. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. – 203 с. – (Солнечно-земная физика).
3. А.Р.Томпсон, Дж.М.Моран, Дж.У.Свенсон «Интерферометрия и синтез в радиоастрономии» М.Физматлит 2003.
4. Уилсон Т.Л., Рольфс К., Хюттемейстер С. Инструменты и методы радиоастрономии, 2013. 568 с.
5. В.В.Железняков «Излучение в астрофизической плазме», М.Янус-К 1997.
6. А.В. Степанов, В.В. Зайцев. Магнитосферы активных областей Солнца и звезд. М.Физматлит 2018, 388 стр.
7. Huang, G., Melnikov, V.F., Ji, H., Ning, Z. "Solar Flare Loops: Observations and Interpretations". Publisher: Springer Singapore, 2018, 424p.
8. A.V. Stepanov, V.V. Zaitsev, V.M. Nakariakov Coronal Seismology: Waves and Oscillations in Stellar Coronae. WILEY-VCH Verlag GmbH&Co, 221 p. (2012).

**11. Список дополнительной литературы по спецкурсу «Радиоастрофизика солнечных и звездных вспышек»:**

1. Melnikov V.F., K. Shibasaki, V.E. Reznikova. "Loop-top nonthermal microwave source in extended flaring loops." - Astrophysical Journal., 2002, V.580, pp.L185-L188.
2. Fleishman G.D., and V.F. Melnikov. "Gyrosynchrotron Emission from Anisotropic Electron Distributions." - ApJ, 2003, V. 587, PP. 823–835
3. Melnikov V.F. , Reznikova V.E. , Shibasaki K. , Nakariakov V.M. Spatially resolved microwave pulsations of a flare loop. - Astron. Astrophys. – 2005, V.439, No.2, pp. 727-736.
4. M.M. Katsova, · M.A. Livshits. The Origin of Superflares on G-Type Dwarf Stars of Various Ages. – Solar Physics, 2015, V. 290, pp.3663–3682.