

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет

Кафедра физики элементарных частиц

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Astrophysics - Астрофизика

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Курс 3, семестр 5

профиль

Физика высоких энергий

Форма обучения: **очная**

Разработчик:

д.ф.-м.н. А.Д. Долгов

Заведующий кафедрой ФЭЧ ФФ

д.ф.-м.н. И.Б. Логашенко



Two handwritten signatures in blue ink, one above the other, positioned to the right of the text. The top signature is more stylized, and the bottom one is more legible.

Новосибирск 2020

Содержание

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Astrophysics (Астрофизика)».....	3
1.Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	5
2.Место дисциплины в структуре образовательной программы	6
3.Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося	6
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	7
5. Перечень учебной литературы	8
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся..	9
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	9
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	10
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	10
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	10

Аннотация
к рабочей программе дисциплины «**Astrophysics (Астрофизика)**»
Направление: **03.06.01 Физика и астрономия**
Направленность (профиль): **Физика высоких энергий**

Дисциплина «Astrophysics (Астрофизика)» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Физика высоких энергий» по очной форме обучения на русском/английском языке. Дисциплина «Astrophysics (Астрофизика)» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры, и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Курс входит в набор вариативных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче экзаменов кандидатского минимума и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации), для аспирантов, обучающихся по профилю подготовки «Физика высоких энергий».

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Знания:

УК-1.1. Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.

УК-5.1. Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.

ОПК-1.1. Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.

ПК-1.1. Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.1. Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

Умения:

УК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.

УК-5.2. Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.

ОПК-1.2. Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.

ПК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.2. Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

Навыки:

УК-5.3. Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.

ОПК-1.3. Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.

Перечень основных разделов дисциплины: ускорение частиц и нетепловое излучение в астрофизике, строение и эволюция звёзд, астрономия высоких энергий, нефотонная астрономия, космические частицы сверхвысоких энергий.

Дисциплина имеет своими целями:

- систематизировать базовые знания аспирантов по основным разделам современной астрофизики,
- дать углубленное представление о разделах современной астрофизики, наиболее востребованных в местах вероятного будущего трудоустройства аспирантов,
- проверить полноту владения базовыми знаниями по специальности,
- подготовить аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности,
- дать аспирантам возможность получить практические навыки в обсуждении и критическом анализе современных научных достижений.

Текущий контроль успеваемости:

Текущий контроль включает контроль посещаемости обучающимися еженедельных занятий, оценку их активности в ходе дискуссий.

Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Astrophysics (Астрофизика)» проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем/консультации в период занятий, самостоятельная подготовка обучающихся, зачет.

Общий объем дисциплины – 2 зачетных единицы (72 часа).

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины
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-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.
УК-5. Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.
УК-5.3	Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Astrophysics (Астрофизика)» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Физика высоких энергий» по очной форме обучения на русском/английском языке. Дисциплина «Astrophysics (Астрофизика)» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры, и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Курс входит в набор вариативных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче экзаменов кандидатского минимума и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации), для аспирантов, обучающихся по профилю подготовки «Физика высоких энергий».

Перечень основных разделов дисциплины: ускорение частиц и нетепловое излучение в астрофизике, строение и эволюция звёзд, астрономия высоких энергий, нефотонная астрономия, космические частицы сверхвысоких энергий.

Дисциплина имеет своими целями:

- систематизировать базовые знания аспирантов по основным разделам современной астрофизики,
- дать углубленное представление о разделах современной астрофизики, наиболее востребованных в местах вероятного будущего трудоустройства аспирантов,
- проверить полноту владения базовыми знаниями по специальности,
- подготовить аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности,
- дать аспирантам возможность получить практические навыки в обсуждении и критическом анализе современных научных достижений.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекционные занятия, практические занятия, индивидуальная работа с преподавателем, самостоятельная работа обучающегося, зачет.

Общий объем дисциплины – 2 зачетных единицы (72 часа).

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение дисциплины Astrophysics - Астрофизика:

Кандидатский экзамен по модулю Физика высоких энергий

3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)					Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Индивидуальная работа с преподавателем/ Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Кандидатский экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	72	32			8	30			2		

Всего 72 часа /2 зачетных единицы из них: - контактная работа 42 часа - в интерактивных формах 8 часов
Компетенции: УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Консультации в период сессии (в часах)	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы			Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Практические занятия	Индивидуальная работа с преподавателем /Консультации в период занятий				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5 семестр										
1.	Введение.	1	2	2						
2.	Ускорение частиц и нетепловое излучение в астрофизике.	2-3	4	2			2			
3.	Звёзды: строение и эволюция, ограничения на новую физику.	4-5	4	2			2			
4.	Астрономия высоких энергий.	6-7	4	2			2			
5.	Нефотонная астрономия.	8-9	4	2			2			
6.	Космические частицы сверхвысоких энергий.	10-11	4	2			2			
7.	Ограничения на новые частицы из эволюции Вселенной.	12-13	4	2			2			
8.	Астрофизические ограничения на другие модели новой физики.	14-16	4	2			2			
9.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	1-16	40	16		8	16			
10.	Зачет	17	2							2
11.	Всего по семестру		72	32		8	30			2

Программа курса по разделам и темам

План лекционных занятий

1. **Введение.** Базовые сведения из астрофизики: астрофизические объекты и их характеристики. Методы определения параметров источников.
2. **Ускорение частиц и нетепловое излучение в астрофизике.**
3. **Звёзды: строение и эволюция, ограничения на новую физику.**
4. **Астрономия высоких энергий.** Диффузное гамма-излучение. Точечные источники в МэВ-ГэВ диапазоне.
5. **Нефотонная астрономия.** Детектирование нейтрино. Космические лучи (протоны и ядра).
6. **Космические частицы сверхвысоких энергий.**
7. **Ограничения на новые частицы из эволюции Вселенной.**
8. **Астрофизические ограничения на другие модели новой физики.**

План практических занятий

В рамках практических занятий обучающиеся представляют научные доклады по темам лекций с привязкой к тематикам своих научных исследований.

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся лекционные занятия. Темы, рассматриваемые на лекциях и изучаемые самостоятельно, закрепляются на практических занятиях, по вопросам, вызывающим затруднения, проводится индивидуальная работа обучающегося с преподавателем.

Индивидуальная работа с преподавателем

Перечень работ	Объем, час
Обсуждение плана доклада по избранной теме, рекомендации преподавателя относительно литературных источников, которые можно использовать при подготовке доклада, индивидуальные консультации по ходу подготовки доклада. Обсуждение задач, стоящих перед аспирантом в рамках его научно-исследовательской работы, и возможных способов их решения с привлечением различных методов.	8

Самостоятельная работа обучающихся

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Изучение проблемы в историческом аспекте с использованием лекций и обязательной литературы. Анализ периодической литературы за последние 5 лет, относящейся к теме доклада. Периодическая литература, имеющаяся в доступных полнотекстовых базах данных.	16
Подготовка доклада по одной тем лекций, вынесенных на самостоятельную подготовку	16

5. Перечень учебной литературы

5.1 Основная литература

1. В.С.Бескин, Бескин, Василий Семенович Гравитация и астрофизика : [учебное пособие для студентов младших курсов высших учебных заведений по специальностям "Астрономия", "Физика", для школьников старших классов] / В.С. Бескин Москва : Физматлит, 2009, 158 с. : ил. ; 22 см.(Астрономия и астрофизика) ISBN 978-5-9221-1054-9

Литература для самостоятельного изучения

1. B.W. Carroll, D.A. Ostlie. «An introduction to modern astrophysics» Pearson/Addison Wesley, 2007.
2. G.G. Raffelt. «Stars as laboratories for fundamental physics» Univ. of Chicago Press, 1996.
3. А.В. Засов, К.А. Постнов. «Общая астрофизика» Век-2, 2006.
4. C.D. Dermer, G. Menon «High energy radiation from black holes: gamma rays, cosmic rays, and neutrinos» Princeton University Press, 2009.
5. С.И. Блинников, «Основы релятивистской астрофизики» Москва, Юрайт 2020
6. F.A. Aharonian. «Very high energy cosmic gamma radiation» World Scientific, 2004.
7. M. Vietri. «Foundations of high-energy astrophysics» Univ. of Chicago Press, 2008.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

Обучающиеся полностью обеспечены необходимой научной литературой за счет фондов библиотеки НГУ (<http://libra.nsu.ru/>). Обучающимся, проходящим практику в Институтах СО РАН, предоставляется доступ к информационным ресурсам на тех же основаниях, что и научным сотрудникам этих институтов на основании договоров о прохождении практической подготовки.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет;

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС.

7.1 Современные профессиональные базы данных:

1. Полнотекстовые журналы Springer Journals за 1997-2020 г., электронные книги (2005-2020 гг.), коллекция научных биомедицинских и биологических протоколов SpringerProtocols, коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials, реферативная БД по чистой и прикладной математике zbMATH.
2. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ).
3. Полнотекстовые электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier (Нидерланды) (23 предметные коллекции).
4. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI.
5. Электронные БД JSTOR (США). 15 предметных коллекций: Arts & Sciences I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, Life Sciences, Health & General Science, Mathematics & Statistics, Ecology & Botany, Language & Literature, Business I, II).
6. БД Scopus (Elsevier).

7.2. Информационные справочные системы

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации;
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине и индикаторов их достижения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по дисциплине представлен в разделе 1.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости:

Текущий контроль включает контроль посещаемости обучающимися еженедельных занятий, оценку их активности в ходе дискуссий.

Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Astrophysics (Астрофизика)» проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Cosmology, advanced chapters-Космология, избранные главы

Таблица 10.1

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
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-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.	Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.	
УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития		
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.	Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.	
УК-5.3	Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий		
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.	Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-техническую документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.	

ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (не зачтено)	Пороговый уровень (зачтено)	Базовый уровень (зачтено)	Продвинутой уровень (зачтено)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	УК 1.1 УК 5.1 ОПК 1.1 ПК 1.1 ПК 2.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительно количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	УК 1.2 УК 5.2 ОПК 1.2 ПК 1.2 ПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать	Продемонстрированы частично основные умения.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все	Продемонстрированы все основные умения.

		стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	УК 5.3 ОПК 1.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Тематика докладов по дисциплине «Astrophysics (Астрофизика)» -
Определяется темой научных исследований аспиранта.

<p>Что и как изучает астрофизика частиц. Нейтрино от сверхновой 1987А, модели взрывов сверхновых типа II и ограничения на модели физики частиц. КК-гравитоны в моделях с большими дополнительными пространственными измерениями. Базовые сведения из астрофизики: астрофизические объекты и их характеристики - потоки излучения, расстояния, основные физические параметры. Методы определения параметров источников: что могут и чего не могут современные астрономические инструменты.</p>
<p>Ускорение частиц и нетепловое излучение в астрофизике. Излучение релятивистских частиц (синхротронное, изгибное, обратно-комptonовское). Электромагнитные каскады. Вселенная как калориметр. Взаимодействие фотонов с новыми частицами и (не)прозрачность Вселенной. Основные механизмы ускорения. Максимальная энергия и спектр ускоренных частиц.</p>
<p>Звёзды: строение и эволюция, ограничения на новую физику. Внутреннее строение Солнца и обычных звёзд. Общие ограничения на новую физику из факта существования звёзд. Горение звёзд и их эволюция. Ограничения на новые частицы из звёздной эволюции. Аксион-фотонное взаимодействие и звёзды горизонтальной последовательности. Вырожденные звёзды - белые карлики: их физическое описание, функция светимости, ограничения на новые частицы из скорости остывания. Аксион-электронное взаимодействие. Нейтронные звёзды, пульсары и магнетары. Стабильность нейтронных звёзд и безопасность Большого адронного коллайдера. Эффекты сверхсильного магнитного поля. Нестандартные взаимодействия нейтрино.</p>
<p>Астрономия высоких энергий. Диффузное гамма-излучение. FERMI bubbles. Поиск сигналов аннигиляции или распадов слабовзаимодействующих частиц тёмной материи в гамма-излучении. Точечные источники в МэВ-ГэВ диапазоне. Активные ядра</p>

<p>галактик: определение, классификация, структура и источники энергии, объединенная схема. Блазары и IR/TeV кризис. Смешивание фотонов с новыми частицами - осцилляции, поляризационные эффекты, длина свободного пробега.</p>
<p>Нефотонная астрономия. Нейтрино. Детектирование нейтрино. Солнечные нейтрино, гелиосейсмология и проблемы солнечных моделей. Концентрация частиц тёмной материи в центре Солнца. Астрофизические нейтрино высоких энергий. Космические лучи (протоны и ядра). Антивещество в космических лучах низкой энергии. Космические лучи высоких энергий (широкие атмосферные ливни).</p>
<p>Космические частицы сверхвысоких энергий. Экспериментальные результаты, проблемы и противоречия. Ускорение частиц до сверхвысоких энергий. Распространение частиц сверхвысоких энергий. Модели неускорительного происхождения наиболее энергичных частиц - сверхтяжелая тёмная материя, топологические дефекты.</p>
<p>Ограничения на новые частицы из эволюции Вселенной. Тёмная материя и перезакрытие Вселенной. Нуклеосинтез.</p>
<p>Астрофизические ограничения на другие модели новой физики. Изменение со временем констант взаимодействия. Электромагнитные взаимодействия нейтрино. Масса и заряд фотона.</p>

Примеры билетов:

Рождение частиц на стадии пост-инфляционного разогрева на примере модели с квадратичным потенциалом инфлатона.

Эффективные низкоэнергетические теории голдстоуновских бозонов. Киральная теория возмущений.

Осцилляции нейтрино в вакууме. Параметры нейтринных осцилляций.

Простейшие механизмы спонтанного нарушения суперсимметрии.

Функция распределения характеристик звезд. Основное уравнение звездной статистики межзвездного поглощения света

Кинематика межзвездной среды. Общие черты строения Галактики. Спиральная структура. Рас сеяные скопления. Звездные ассоциации. Шаровые скопления.

Звездная динамика. Уравнение Больцмана для звездных систем. Интегралы движения в сферических системах и в системах с осевой симметрией. Теорема вириала для звездных систем и следствия из нее. Нерегулярные силы в звездных системах. Время релаксации. Диссипация звездных систем.

Межзвездный газ. Плотность и пространственное распределение межзвездного газа. Области ионизированного водорода. Запрещенные линии. Метод Занстра.

Температуры и плотности областей НП и методы их определения. Области нейтрального водорода. Механизмы нагрева и охлаждения.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.