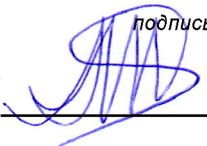


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
радиофизики  
наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины  
(Трифонов А.П.)

  
подпись, расшифровка подписи  
04.07. 2015 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.Б.2. Современные проблемы радиофизики

1. **Шифр и наименование направления подготовки:** 03.04.03 Радиофизика
2. **Профили подготовки:** Статистическая радиофизика / Компьютерные методы обработки радиофизической информации
3. **Квалификация (степень) выпускника:** магистр
4. **Форма обучения:** очная
5. **Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра радиофизики
6. **Составители программы:** Захаров Александр Викторович, к.ф.м.н., доцент
7. **Рекомендована:** заседанием кафедры радиофизики, прот. №7 от 08.06.2015 г.
8. **Учебный год:** 2015/2016 **Семестр(ы):** 1
9. **Цели и задачи учебной дисциплины**

Целью изучения дисциплины является завершение формирования у студентов целостного представления о радиофизике, как фундаментальной и прикладной науке, об основных направлениях современной радиофизики, о радиофизических методах и особенностях их применения в различных областях естествознания.

Задачей изучения дисциплины является ознакомление

- с важнейшими отраслями радиофизики, которые возникли на стыке радиофизики и других ветвей физики в результате применения радиофизических методов исследования, но не рассматривались ранее в рамках других учебных дисциплин, например, с радиоспектроскопией и с радиоастрономией,

- с фундаментальными проблемами современного естествознания, связанными с радиофизикой, например с проблемой обнаружения гравитационных волн, проблемой поиска внеземного разума (проблема SETI) с проблемой поиска экзо- (внесолнечных) планет,

с проблемой исследования анизотропии реликтового радиоизлучения при построении космологической модели развития Вселенной и с др. проблемами естествознания;

- с важнейшими открытиями современной радиофизики, включая работы, за которые получены Нобелевские премии по физике.

## **10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

**Цикл, к которому относится дисциплина.**

Обязательная дисциплина. Базовая часть.

**Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям:**

Студенты должны знать:

- основы дисциплин модуля "Физика колебательных и волновых процессов";
- основы дисциплин модуля "Электроника",
- основы дисциплин модулей «Общая физика» и «Теоретическая физика»,
- основы астрофизики.

Студенты должны уметь:

- применять знания, полученные при освоении базовых дисциплин, к новым дисциплинам и областям знания;
- владеть компьютером и современным программным обеспечением на уровне опытного пользователя;
- приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии, в том числе Интернет;

Студенты должны владеть компетенциями:

- способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности;
- способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии;
- способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;
- способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования
- владением компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий.

**Данная дисциплина является предшествующей** для остальных дисциплин данного профиля подготовки, так как формирует общепознавательную основу изучения этих дисциплин и развивает способность к абстрактному мышлению, анализу и синтезу.

## **11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**

ОК-1 - способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

Согласно этой компетенции студенты *должны знать*:

- формы абстрактного мышления, их сущность и особенности;
- законы научной логики, правила и приемы логических рассуждений;
- методы анализа и синтеза, как приемы абстрактного мышления.

Студенты *должны уметь*

- выделять существенные свойства, предметов и явлений в процессе суждений, умозаключений и доказательств, абстрагироваться от несущественных деталей;
- классифицировать предметы и явления в соответствии с их различиями;
- выделить причинно-следственные связи и отношения рассматриваемых предметов и явлений, постигать закономерности их функционирования и развития;
- разделять исследуемые предметы и явления на части посредством логических абстракций с целью изучения сложного целого;
- создавать целостное представление о предмете или явлении на основе анализа его составных частей;
- из одного или нескольких суждений выводить новое суждение, логически обосновывать истинность выдвигаемых суждений;
- придавать своим суждениям строгую организацию смысловой структуры.

Студенты *должны владеть*:

- методами абстрактного мышления и его формами – понятием, суждением и умозаключением;
- приемами и методами логического мышления, которое должно быть определенным, непротиворечивым, последовательным и доказательным;
- способностью к обобщению для выведения общего из ряда частных утверждений и отдельных фактов;
- способностью к абстрагированию, идеализации, формализации и математизации;
- способностью перехода от абстрактного к конкретному, от общего к частному.

ОПК-3 - способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач.

Согласно этой компетенции студенты *должны знать*:

- определение, предмет изучения, основные разделы и направления развития, а также последние достижения и открытия современной радиофизики;
- особенности радиофизических методов исследования и их отличие от радиотехнических методов, области применения радиофизических методов в физике и в других областях естествознания;
- основные положения фундаментальных разделов радиофизики, таких как радиоастрономия, радиоспектроскопия и др., необходимые для решения научно-исследовательских задач;

Студенты *должны уметь*:

- правильно ориентироваться в фундаментальных и прикладных направлениях современной радиофизики;
- получать знания фундаментальных разделов современной радиофизики, используя библиографические источники, а также современные образовательные и информационные технологии;
- выделять и систематизировать элементы знания фундаментальных разделов радиофизики, необходимые для решения научно-исследовательских задач;
- использовать полученные знания фундаментальных разделов современной радиофизики для решения научно-исследовательских задач.

Студенты *должны владеть*:

- научно-технической терминологией в области фундаментальных разделов современной радиофизики;
- методами поиска знаний фундаментальных разделов радиофизики с использованием библиографических источников, а также современных образовательных и информационных технологий;

- методами выделения и систематизации знаний фундаментальных разделов радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач;
- навыками применения знаний фундаментальных разделов радиофизики для решения научно-исследовательских задач.

ПК-1 - способность использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики.

Согласно этой компетенции студенты *должны знать*:

- проблемы и задачи, стоящие перед современной радиофизикой, решение которых актуально в настоящее время;
- новейшие достижения в области теории и методов радиофизических научных исследований,
- основные открытия современно радиофизики, которые можно применить в научно-исследовательской деятельности.

Студенты *должны уметь*:

- использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и задач радиофизики;
- применять в научно-исследовательской деятельности новейшие достижения в области радиофизики, в том числе новые методы радиофизических исследований, новую радиофизическую аппаратуру, а также новейшие открытия в области радиофизики.

Студенты *должны владеть*:

- способностью постановки научно-исследовательских задач с учетом современных проблем радиофизики;
- способностью использования знаний современных проблем радиофизики в научно-исследовательской деятельности;
- способностью использования новейших достижений и открытий радиофизики в научно-исследовательской деятельности;

## 12. Структура и содержание учебной дисциплины:

### 12.1 Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 3 /108

### 12.2 Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)				
	Всего	В том числе в интерактивной форме	По семестрам		
			1 сем.	2 сем.	3 сем.
Аудиторные занятия	28		28	-	-
в том числе:					
лекции	28		28	-	-
практические	-		-	-	-
лабораторные	-		-	-	-
КСР	-		-	-	-
Самостоятельная работа	80		80	-	-
Контроль				-	-
Итого:	108		108	-	-
Форма промежуточной аттестации			Зачет	-	-

### 12.3. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1.	Понятие о радиофизике и о радиофизических методах	<p>Цели и задачи курса. Определение и предмет радиофизики. Основные отрасли радиофизики.</p> <p>Понятие о радиофизических методах. Активные и пассивные методы исследования физических сред и объектов. Отличия радиофизических и радиотехнических методов исследования.</p>
2.	Проблемы и методы радиоспектроскопии	<p>Радиоспектроскопия как отрасль радиофизики. Предмет радиоспектроскопии. Методы радиоспектроскопии и их особенности по сравнению с методами оптической спектроскопии.</p> <p>Лабораторная радиоспектроскопия газов (микроволновая спектроскопия). Колебательные и вращательные спектры молекул. Устройство радиоспектрометра газов.</p> <p>Космическая радиоспектроскопия. Виды излучения и поглощения космических сред в спектральных радиолиниях. Основные открытия космической радиоспектроскопии.</p> <p>Особенности радиоспектроскопии жидкостей и твердых тел. Сущность метода ядерного магнитного резонанса. Устройство спектрометра ядерного магнитного резонанса.</p> <p>Радиоспектроскопия парамагнитных веществ. Сущность метода электронного парамагнитного резонанса. Устройство и особенности спектрометра электронного парамагнитного резонанса.</p>
3.	Проблемы и методы наблюдательной радиоастрономии	<p>Радиоастрономия как отрасль радиофизики. Наблюдательная и радиолокационная астрономия. Специфика радиоастрономии по сравнению с оптической астрономией.</p> <p>Механизмы излучения радиоволн в космических условиях. Источники космического радиоизлучения и их характеристики.</p> <p>Методика проведения радиоастрономических наблюдений. Радиоастрономические системы с заполненной апертурой (параболические и сферические рефлекторы, двухзеркальные антенны, антенные системы Крауса, антенны переменного профиля). Антенные решетки.</p> <p>Радиоинтерферометрические системы. Аддитивный и корреляционный радиоинтерферометры. Интерферометр интенсивностей. Особенность радионаблюдений с помощью интерферометров.</p> <p>Радиоастрономические системы с незаполненной апертурой. Крест Миллса, Т-образные системы, коль-</p>

		цевые антенны. Компаунд- интерферометры. Системы апертурного синтеза. Радиоинтерферометры со сверхбольшими базами.
4.	Радиофизика и проблема обнаружения гравитационных волн	<p>Понятие о гравитационных волнах. Характеристики гравитационных волн и их проявления.</p> <p>Возможные источники гравитационных волн. Косвенные свидетельства наличия гравитационных волн.</p> <p>Важность проблемы обнаружения гравитационных волн для современной космологии и естествознания.</p> <p>Детекторы гравитационных волн.</p> <p>Твердотельные резонансные детекторы.</p> <p>Гравитационные антенны на свободных массах. Лазерно-интерферометрические детекторы.</p> <p>Комбинированные лазерно-твердотельные системы.</p> <p>Доплеровские радиосистемы обнаружения гравитационных волн. Ротационно гетеродинные гравитационные антенны. Антенны с использованием резонаторов СВЧ.</p> <p>Современные национальные и международные проекты по обнаружению гравитационных волн (LIGO, VIRGO, LISA и др).</p>
5.	Радиофизические аспекты проблемы SETI	<p>Поиск радиосигналов как основной метод решения проблемы SETI.</p> <p>Современная стратегия SETI. Выбор направления поиска. Проекты направленного поиска и сплошные обзоры небесной сферы в радиодиапазоне.</p> <p>Критерии выбора оптимальной частоты или диапазона частот при поиске сигналов ВЦ. Выбор момента приема сигналов ВЦ. Конвергентная стратегия.</p> <p>Критерии искусственности космических радиосигналов. Поиск монохроматического и искусственного стохастического радиоизлучения. Исследования статистической структуры космических сигналов.</p> <p>Обзор проектов поиска радиосигналов в проблеме SETI. Основные результаты поиска. Современное состояние проблемы поиска сигналов в проблеме SETI.</p>
6.	Проблема обнаружения внесолнечных (экзо) планет	<p>Важность проблемы обнаружения внесолнечных (экзо) планет для современной космологии и естествознания в целом.</p> <p>Методы обнаружения внесолнечных планет. Ограничения методов обнаружения.</p> <p>Обзор открытий внесолнечных планет. Характеристики открытых экзопланет.</p>

## 12.4 Междисциплинарные связи

№ п/п	Наименование дисциплин учебного плана, с которым организована взаимосвязь дисциплины рабочей программы	№ разделов дисциплины рабочей программы, связанных с дисциплинами
-------	--	---

1.	Б1.В.ОД.3. Астрофизика	1, 3, 5, 6
2.	Б1.Б.12.3. Статистическая радиофизика	1, 2, 3, 4, 5
3.	Б1.Б.12.4. Физика волновых процессов	3, 4, 5
4.	Б1.Б.13.4. Квантовая радиофизика	1, 4, 5
5.	Б1.Б.12.2. Распространение электромагнитных волн	1, 3, 4, 5, 6

### 12.5. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)						
		Лекции	Практические	Лабораторные	КСР	Сам. работа	Контроль	Всего
1.	Понятие о радиофизике и о радиофизических методах	2	-	-	-	9	-	11
2.	Проблемы и методы радиоспектроскопии	6	-	-	-	20	-	26
3.	Проблемы и методы наблюдательной радиоастрономии	8	-	-	-	20	-	28
4.	Радиофизика и проблема обнаружения гравитационных волн	6	-	-	-	11	-	17
5.	Радиофизические аспекты проблемы SETI	3	-	-	-	9	-	12
6.	Проблема обнаружения внесолнечных (экзопланет)	3	-	-	-	11	-	14
Итого:		28	-	-	-	80	-	108

### 13. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Слока В.К., Конторов В.С. Радиофизика на рубеже веков // Радиотехника. 1990. N2. С.103-107.
2. Герштейн Г.М. Введение в специальность. Радиофизика. - Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1983.
3. Воронов В.К., Сагдеев Р.З. Основы магнитного резонанса. - Иркутск: ВСКИ, 1995.

4. Лундин А.Г., Федин Э.И. ЯМР – спектроскопия. - М: Наука, 1986.
5. Хауссер К.Х., Кальбитцер Х.Р. ЯМР в медицине и биологии. - Киев: Наукова думка, 1993.
6. Корнилов М.Ю. Кутров Г.П. Ядерный магнитный резонанс в химии. - Киев: Вища школа, 1985.
7. Вертц Дж., Болтон Дж. Теория и практические приложения метода ЭПР. - М.: Мир, 1975.
8. Ингрэм Д. Электронный парамагнитный резонанс в биологии. - М.: Мир, 1972.
9. Радунская И.Л. Радиоспектроскопия. - М.-Л.: Госэнергоиздат, 1958.
10. Уилсон Т.П., Рольфе К., Хюттемейстер С. Инструменты и методы радиоастрономии. – М.: Физматлит, 2013.
11. Каплан С.А. Элементарная радиоастрономия. - М: Наука, 1966.
12. Рудницкий Г.М. Конспект лекций по курсу “Радиоастрономия”. - Нижний Архыз, (Карачаево-Черкессия): Изд. CYGNUS, 2001 (<http://comet.sai.msu.ru/~gmr/course/index.htm>).
13. Христиансен У., Хегбом И. Радиотелескопы. - М.: Мир, 1988.
14. Цейтлин Н.М. Антенная техника и радиоастрономия. - М.: Сов.радио, 1976.
15. Руденко В.Н. Поиск гравитационных волн. – М.: Век-2, 2007.
16. Бичак И, Руденко В.Н. Гравитационные волны в ОТО и проблема их обнаружения. - М.: Изд-во МГУ, 1987.
17. Грищук Л.П. Гравитационно-волновая астрономия // Успехи физических наук. 1988. Т.156. N1.
18. Брагинский В.Б. Гравитационно-волновая астрономия. Новые методы измерения // Успехи физических наук. 2000. Т.170. N7.
19. Грищук Л.П. и др. Гравитационно-волновая астрономия: в ожидании первого зарегистрированного источника. // Успехи физических наук. 2001. Т.171. N 1.
20. Russian SETI (<http://lnfm1.sai.msu.ru/SETI/koi/>).
21. Проблемы поиска жизни во Вселенной / Под ред. В.А. Амбарцумяна, Н.С. Кардашева, В.С.Троицкого. - М.: Наука, 1986.
22. Проблема поиска внеземных цивилизаций. - М.: Наука, 1981.
23. Проблема SETI (связь с внеземными цивилизациями). Под ред. С.А. Каплана. - М.: Мир, 1975.
24. Ксанфомалити Л.В. Внесолнечные планетные системы // Астрономический вестник. 2000. Т.34. N 6. С.529-544.
25. Ксанфомалити Л.В. Поиск внесолнечных планет с помощью спектрального метода лучевых скоростей и астрометрии // Астрономический вестник. 1999. Т.33. N 6. С.547-552.

б) дополнительная литература:

26. Лосев А.К. Введение в специальность. Радиотехника. - М.: Высшая школа, 1980.
27. Проблемы современной радиотехники и электроники / Под ред. В.А. Котельникова. - М.: Наука, 1987.
28. Дероум Э. Современные методы ЯМР для химических исследований. - М.: Мир, 1992.
29. Гюнтер Х. Введение в курс спектроскопии ЯМР. - М.: Мир, 1984.
30. Томпсон А.Р., Моран Д.М., Свенсон Д.У. Интерферометрия и синтез в радиоастрономии.– М.: Физматлит, 2003. – 624 с.
31. Яковлев О.И. Космическая радиофизика. - М.: Научная книга, 1999.
32. Руденко В.Н. Гравитационные волны из Космоса // Земля и Вселенная. 1981. N6.
33. SETI Institute (<http://www.seti-inst.edu/>)

34. Информационные бюллетени Научно-культурного центра (НКЦ) SETI, N1-16, 1992-2000 гг. (<http://Infm1.sai.msu.ru/SETI/koi/> )

**в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:**

1. Электронная библиотека Зональной научной библиотеки Воронежского госуниверситета : электронно-библиотечная система. - URL: [https://lib.vsu.ru/zgate?lnit+elib.xml,simple\\_elib.xsl+rus](https://lib.vsu.ru/zgate?lnit+elib.xml,simple_elib.xsl+rus)
2. Электронно-библиотечная система "БиблиоТех": электронно-библиотечная система. - URL: <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1486>
3. Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» : электронно-библиотечная система. - URL: <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1457>
4. Электронно-библиотечная система BOOK.ru.(изд-во "КноРус"): электронно-библиотечная система. - URL : <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1436>
5. Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ": электронно-библиотечная система. - URL : <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1401>
6. Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM" (изд-во "ИНФРА-М"): электронно-библиотечная система. - URL : <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1360>
7. Электронно-библиотечная система ibook.ru : электронно-библиотечная система. - URL: <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1344>
8. Электронно-библиотечная система IPRbooks электронно-библиотечная система. - URL : <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1343>
9. Электронно-библиотечная система «КнигаФонд» : электронно-библиотечная система. - URL : <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1336>
10. Электронно-библиотечная система IQLib : электронно-библиотечная система. - URL : <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1310>
11. Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань": электронно-библиотечная система. - URL : <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1308>
12. Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online": электронно-библиотечная система. - URL : <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1307>
13. Электронно-библиотечная система "Консультант студента": электронно-библиотечная система. - URL : <https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1306>

**14. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Ноутбук HP Pavilion Dv9000, проектор BenQ MP575,

**15. Форма организации самостоятельной работы:**

*Методическое обеспечение самостоятельной работы:* учебно-методические пособия по темам курса, дистанционные формы общения с преподавателем, самостоятельный поиск информации в сети Internet. Контроль самостоятельной работы реализуется с помощью опросов, тестов, вопросов по темам заданий и т.д.

**16. Критерии аттестации по итогам освоения дисциплины:**

**Зачтено:** Верный (или с незначительными погрешностями) ответ на два произвольно выбранных вопроса из комплекта заданий. Знание основ предмета обязательно.

**Не зачтено:** Отсутствие ответа (или ответ со значительными погрешностями) на один или оба произвольно выбранных вопроса из комплекта заданий. Незнание основ предмета.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/специальность 03.04.03 Радиофизика  
*шифр и наименование специальности*

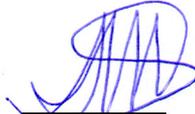
Дисциплина Б1.Б.2. Современные проблемы радиофизики  
*код и наименование дисциплины*

Профиль подготовки Статистическая радиофизика,  
Компьютерные методы обработки радиофизической информации  
*в соответствии с Учебным планом*

Форма обучения Очная

Учебный год 2015/2016

Ответственный исполнитель  
Зав. кафедрой радиофизики  
*должность, подразделение*

  
*подпись*

(Трифонов А.П.) 04.07.2015 г.  
*расшифровка подписи*

Исполнители  
Доц. кафедры радиофизики  
*должность, подразделение*



(Захаров А.В.) 04.07.2015 г.  
*расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП ВПО  
по направлению / специальности

  
*подпись*

(Корчагин Ю.Э.) 04.07.2015 г.  
*расшифровка подписи*

Зав.отделом обслуживания ЗНБ

  
*подпись*

(Белодедова Н.В.) 15.07.2015 г.  
*расшифровка подписи*

РЕКОМЕНДОВАНО НМС физического факультета  
*(наименование факультета, структурного подразделения)*

протокол № 5 от 30.06.2015 г.