



Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВПО «ИГУ»)
Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
/Буднев Н.М.
«20» 10 2014 г.

Рабочая программа дисциплины

Индекс дисциплины по УП : Б1.В.ДВ.2.2

Наименование дисциплины: Специальные вопросы распространения радиоволн в неоднородных средах

Направление подготовки кадров высшей квалификации (программа аспирантуры):
03.06.01 Физика и астрономия

Направленность программы подготовки кадров высшей квалификации (программы аспирантуры): Радиофизика

Форма обучения: **очная**

Согласовано с УМК физического факультета
протокол № 7
от «28» 09 2014 г.

Зам.председателя УМК Чумаков В.В. / Чумаков В.В./

Программа рассмотрена на заседании кафедры
радиофизики и радиоэлектроники
«27» 09 2014г. Протокол №
Зав.кафедрой Сажин В.И. /Сажин В.И./

Иркутск 2014 г.

Содержание

	Стр.
1. Цели и задачи дисциплины (модуля).....	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП.....	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):	3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)	4
5. Содержание дисциплины.....	5
5.1. Содержание разделов и тем дисциплины.....	5
5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.....	6
5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	6
6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	7
6.1. План самостоятельной работы аспирантов.....	7
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	8
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов).....	8
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	8
а) основная литература.....	8
б) дополнительная литература	9
в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы	9
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	9
10. Образовательные технологии.....	9
11. Оценочные средства (ОС).....	9
11.1. Оценочные средства для входного контроля.....	9
11.2. Оценочные средства текущего контроля	9
11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации	10

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Дисциплина «Специальные вопросы распространения радиоволн в неоднородных средах» - дисциплина радиофизического цикла, изучающая современные представления о волновых полях в неоднородных средах для их эффективной обработки в каналах коммуникации, диагностики и навигации. Главным образом, она имеет дело с методами решения волновых задач и с их использованием в разработках оптимальных методов дистанционного зондирования с помощью глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС зондирования).

Цель курса – дать студентам основные представления о состоянии исследований в теории распространения радиоволн в неоднородных средах, ознакомить с методами, применяемыми в исследованиях волновых полей. Содержание дисциплины направлено на изучение методов расчета основных характеристик радиоволны, получения навыков работы по решению волновых задач и применению современных методов матфизики в различных областях радиофизики.

Задачи курса - формирование физических представлений о закономерностях поведения волн в неоднородных средах для применения этих знаний при работе в различных областях науки и техники.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Специальные вопросы распространения радиоволн в неоднородных средах» входит в вариативную часть профессионального цикла ООП.

Изучение курса предполагает наличие основных знаний по дисциплинам бакалавриата «Методы мат.физики», «Теория вероятностей», «Статистическая радиофизика», «Распространение электромагнитных волн», и магистратуры «Распространение радиоволн в неоднородных средах».

Полученные в процессе изучения курса знания и навыки могут быть использованы во время прохождения производственной практики, выполнения дипломной работы, а также в дальнейшей профессиональной работе.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций:

Общепрофессиональные компетенции (ОПК): ОПК-1, ОПК-2.

Профессиональные компетенции (ПК): ПК-1, ПК-2, ПК-3.

Универсальные компетенции (УК): УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5.

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.

ПК-1 - способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.

ПК-2. - владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.

ПК-3 – владение новыми методами и методологическими подходами необходимыми для участия в научно- инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности.

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.

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 иностранных языках.

УК-5. - способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

Индекс компетенции	Образовательный результат
ОПК-1, ОПК-2	основные методы ГНСС зондирования;
	границы применимости асимптотических методов;
	основные методы пространственной обработки волновых полей.

Уметь:

Индекс компетенции	Образовательный результат
ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3.	ставить и решать задачи распространения радиоволн в неоднородных средах;
УК-1 – УК-5	использовать основные методы описания полей в неоднородных средах в задачах ГНСС зондирования;
	выбирать оптимальный метод решения конкретной задачи ГНСС зондирования.

Владеть:

Индекс компетенции	Образовательный результат
ОПК-1	навыками решения волновых задач;
ПК-1	инструментарием для решения некоторых задач ГНСС зондирования.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)

Вид учебной работы	Всего часов /	Года			
		1	2	3	4

	зачетных единиц				
Аудиторные занятия (всего)	48/1,34	-	48/1,34	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	24/0,67	-	24/0,67	-	-
Практические занятия (ПЗ)	24/0,67	-	24/0,67	-	-
Семинары (С)	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа (всего)	60/1,66	-	60/1,66	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-	-	-	-
Расчетно-графические работы	-	-	-	-	-
Реферат (при наличии)	-	-	-	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	60/1,66	-	60/1,66	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Зач.	-	Зач.	-	-
Контактная работа	48	-	48	-	-
Общая трудоемкость	часы	108	-	108	-
	зачетные единицы	3	-	3	-

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Введение в ГНСС.

- 1.1. История ГНСС.
- 1.2. Использование ГНСС в различных областях науки и практики.
- 1.3. Возникновение дистанционного ГНСС зондирования.
- 1.4. ГНСС сигналы и ошибки

Тема 2. Методы дистанционного ГНСС зондирования на базе геометрооптического (ГО) приближения.

- 2.1. ГО приближение решения волнового уравнения и границы его применимости.
- 2.2. Наземное дистанционное ГНСС зондирование атмосферы.
- 2.3. Наземное дистанционное ГНСС зондирование ионосферы.
- 2.4. Особенности способов ГНСС зондирования атмосферы и ионосферы при радиозаходах.

Тема 3. Френелевские дифракционные эффекты при распространении волн в неоднородных средах.

- 3.1. Френелевская дифракция на мелкомасштабных неоднородностях.
- 3.2. Метод плавных возмущений (метод Рытова).
- 3.3. Дифракционные эффекты в многочастотных ГНСС.
- 3.4. Методы Маслова (канонического оператора) и Орлова (интерференционного интеграла)
- 3.5. Пространственная обработка в форме френелевской инверсии для устранения дифракционных ошибок в ГНСС зондировании.

3.6. Проблемы применения френелевской инверсии.

Тема 4. Пространственная обработка в методах дистанционного зондирования повышенного разрешения в малоугловом приближении.

4.1. Интегральные представления в теории распространения волн в неоднородных средах.

4.2. Решение волнового уравнения в параболическом приближении методом двойного взвешенного Фурье-преобразования (ДВФП).

4.3. Повышение разрешения с помощью ДВФП.

4.5. Устранение флуктуаций амплитуды.

4.6. Дистанционное зондирование в условиях многолучевости.

4.7. Пространственная обработка при большом удалении неоднородности.

Тема 5. Пространственная обработка в методах дистанционного зондирования повышенного разрешения за пределами малоуглового приближения.

5.1. Применение сочетания метода Фока собственного времени и метода ДВФП к решению волнового уравнения.

5.2. Сравнение с известными результатами.

5.3. Пространственная обработка сигнала, отраженного от слоя со случайными неоднородностями.

Тема 6. Тенденции развития пространственно-временной обработки сигналов дистанционного зондирования.

6.1. Возрастание роли пространственно-временной обработки сигналов.

6.2. Новые направления в теории распространения радиоволн в неоднородных средах.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин						
		Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	
1.	Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук							
2.	Подготовка к защите ВКР							
3.	Подготовка и защита научно-квалификационной работы							

5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела, темы	Виды занятий в часах					
		Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. Зан.	СРА	Всего
1.	Введение в ГНСС	1	-	-	-	-	1
2.	Методы дистанционного ГНСС зондирования на базе геометрооптического (ГО) приближения.	4	-	6	-	12	13
3.	Френелевские дифракционные эффекты	5	-	6	-	12	16

	при распространении волн в неоднородных средах						
4.	Пространственная обработка в методах дистанционного зондирования повышенного разрешения в малоугловом приближении	6	-	6	-	12	15
5.	Пространственная обработка в методах дистанционного зондирования повышенного разрешения за пределами малоуглового приближения	4	-	6	-	12	17
6.	Тенденции развития пространственно-временной обработки сигналов дистанционного зондирования	4	-	-	36	12	41

6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	Тема 2	Расчет флуктуаций фазы	2	Задачи по теме	ОПК-1, ПК-1
2.	Тема 2	Расчет флуктуаций частоты	2	Задачи по теме	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1
3.	Тема 2	Расчет флуктуаций амплитуды	2	Задачи по теме	ОПК-1, ПК-1
4.	Тема 3	Исследование дифракционной ошибки первого порядка	2	Задачи по теме	ОПК-1, ПК-1
5.	Тема 3	Исследование ошибки второго порядка	2	Задачи по теме	ОПК-1, ПК-1
6.	Тема 3	Исследование дифракционной ошибки третьего порядка	2	Задачи по теме	ОПК-1, ПК-1
7.	Тема 4	Моделирование повышения разрешения с помощью ДВФП	2	Задачи по теме	ОПК-1, ПК-1

6.1. План самостоятельной работы аспирантов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1 -	Тема 2	Внеаудиторная	- проработка конспекта лекций; - подготовка к практическим занятиям; - самостоятельный поиск	Источники 1, 2, 3 из основной литературы и 1, 2, 3 из дополнительной	12
	Тема 3	Внеаудиторная		Источники 1, 2, 3 из основной	12

				литературы и 1, 2, 4 из дополнительной	
	Тема 4	Внеаудиторная		Источники 1,2 из основной литературы и 1 из дополнительной	12
	Тема 5	Внеаудиторная		Источники 1,2 из основной литературы и 1 из дополнительной	12
	Тема 6	Внеаудиторная		Источники 1,2 из основной литературы и 1 из дополнительной	12

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

а) Методические рекомендации по изучению теоретической части учебного модуля

Теоретические занятия дисциплины представлены в виде лекций в курсе «Специальные вопросы распространения радиоволн в неоднородных средах».

В ходе лекций рассматриваются основные теоретические основы распространения радиоволн в неоднородных средах, а подробное изучение теоретических положений и практических приложений теории должно проводиться в часы проведения практических занятий, а также внеаудиторной СРА. Для этого преподаватель выдает аспирантам задания для выполнения на практических занятиях.

б) Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

Аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа студентов заключается в самостоятельном выполнении практических заданий, решаемых и во время аудиторных практических занятий; использовании для наглядности компьютерного моделирования (в личной инициативе аспиранта); самостоятельном поиске аналогичной литературы; анализа и систематизации полученных знаний с целью включения информации в диссертационное исследование. Также самостоятельная работа подразумевает систематический подход к обучению, в соответствии с предложенным в разделе 6.1 графиком, что, в свою очередь, способствует успешной подготовке к зачету, дальнейшей подготовке к сдаче кандидатского экзамена и написанию некоторых разделов и глав диссертационного исследования.

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Учебным планом не предусмотрено написание курсовых работ (проектов).

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература

1. Яковлев О.И., Якубов В.А., Урядов В.П., Павельев А.Г. Распространение радиоволн. Изд: ЛЕНАНД .2009.
2. Тинин М.В. Распространение радиоволн в неоднородных средах. Ч. 1. Методы возмущения в волновых и лучевых задачах: учебное пособие. – Иркутск: Иркут.ун-т, 2012.- 164с

б) дополнительная литература

1. Ахманов С.А. Введение в статистическую радиофизику и оптику.: учеб. пособие для студ. физ. спец. вузов / С. А. Ахманов, Ю. Е. Дьяков, А. С. Чиркин. - М. : Наука. Гл. ред. физ. мат. лит., 1981. - 640 с.
2. Исимару А. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах. Том 1. Однократное рассеяние и теория переноса / А. Исимару. - М.: Мир, 1981. - 280 с.
3. Исимару А. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах. Том 2. Многократное рассеяние, турбулентность, шероховатые поверхности и дистанционное зондирование / А. Исимару. - М.: Мир, 1981. - 319 с.

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Интернет ресурсы в свободном доступе, на сайтах ИГУ www.isu.ru и физического факультета ИГУ.
2. Учебные базы данных, созданные для выполнения лабораторных работ.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Мультимедийный проектор, офисное оборудование для оперативного размножения иллюстративного и раздаточного лекционного и семинарского материала.

10. Образовательные технологии

Чтение лекций по темам 1 – 5 предполагает решение тематических задач в качестве примеров, подкрепляющих теоретический материал

При проведении семинарских занятий аспирантам предлагается решать разнообразные задачи по текущей теме семинара.

11. Оценочные средства (ОС)**11.1. Оценочные средства для входного контроля**

Оценочных средств для входного контроля не требуются.

11.2. Оценочные средства текущего контроля**11.2.1 Перечень оценочных средств**

Для оценки достижений студентов в процессе изучения дисциплины; управления процессом приобретения студентами необходимых знаний, умений, навыков и формирования компетенций; оценки способностей студента к творческой и самостоятельной научно-исследовательской деятельности, обеспечивающей решения новых научных задач осуществляется поэтапный контроль степени освоения компетенций. В таблице приведены этапы освоения компетенций и виды оценочных средств, предназначенных для оценивания компетенций на разных стадиях обучения студентов.

№ п/п	Модуль, раздел (в соответствии с РП)	Контролируемые компетенции (или их части)	Вид оценочного средства
1	Тема 1	ОПК-1, ПК-1	Задания к практическим занятиям
2	Тема 2	ОПК-1, ПК-1	Задания к практическим занятиям
3	Тема 3	ОПК-1, ПК-1	Задания к практическим занятиям
4	Тема 4	ОПК-1, ПК-1	Задания к практическим занятиям
5	Тема 5	ОПК-1, ПК-1	Задания к практическим занятиям
6	Тема 6	ОПК-1, ПК-1	Задания к практическим занятиям

Контроль качества освоения студентами дисциплины осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения.

11.2.2 Характеристика оценочных средств

1. Задания к практическим занятиям.

Назначение оценочного средства - мониторинг эффективности подготовки аспирантов, степени самостоятельности в научно-исследовательской деятельности в ходе обучения. Показателем эффективности подготовки является демонстрация навыков решения волновых задач и умение аргументированно делать выбор инструментария для решения задач ГНСС зондирования.

Параметры оценочного средства

Критерии оценки	Оценка		
	Отлично	Хорошо	Удовлетв.
Постановка научной задачи	Корректная постановка задачи с указанием возможных проблем в решении	Корректная постановка задачи без указания возможных проблем в решении	Постановка задачи в общих словах, возможны фактологические ошибки
Использование математического аппарата в решении задач	Использование математических выкладок в решении задач, с указанием границ применимости используемых асимптотических методов	Использование математических выкладок в решении задач, без указания границ применимости используемых асимптотических методов	Использование математических выкладок в решении задач, допущение ошибок в расчетах
Знание особенностей методов ГНСС зондирования	Аргументированный выбор оптимальных для конкретной задачи методов зондирования	Выбор оптимальных для конкретной задачи методов зондирования без использования аргументации выбора	Выбор неоптимальных для конкретной задачи методов зондирования
Знание особенностей методов пространственной обработки волновых полей.	Аргументированное объяснение выбора методов описания полей в неоднородных средах в задачах ГНСС зондирования с учетом особенностей конкретной задачи	Безаргументный выбор методов описания полей в неоднородных средах в задачах ГНСС зондирования с учетом особенностей конкретной задачи	Выбор методов описания полей в неоднородных средах в задачах ГНСС без учета особенностей конкретной задачи
Получение окончательного результата в решении научной задачи	Решение задачи доведено до логического завершения, результаты корректные, учитываются возможные недочеты или невозможность	Решение задачи доведено до логического завершения, результаты корректные, не учитываются возможные недочеты или невозможность	Решение задачи доведено до логического завершения, допущены ошибки в результатах

По результатам оценки каждого из критериев определяется средняя оценка, которая в дальнейшем влияет на итоговую оценку при промежуточной аттестации.


11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой.

11.3.1 Перечень оценочных средств
Оценочные средства текущего контроля.

11.3.2 Характеристика оценочных средств
Аспирант аттестуется по результатам работы в семестре.

Разработчики:


(подпись)

профессор
(занимаемая должность)

М.В. Тинин
(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры радиофизики и радиоэлектроники

«27» 09 2014 г.

Протокол № 2 Зав.кафедрой В.Сажин Сажин В.И.

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Лист согласования, дополнений и изменений на 2015/2016 учебный год

К рабочей программе дисциплины Б1.В.ДВ.2.2 **Специальные вопросы распространения радиоволн в неоднородных средах** по направленности программы подготовки кадров высшей квалификации (программы аспирантуры) 01.04.03
Радиофизика

В рабочую программу дисциплины вносятся следующие дополнения:
Нет дополнений

В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:
Нет изменений

Изменения одобрены Ученым советом физического факультета, протокол № 1 от 28 августа 2015 г.

Зав. кафедрой радиофизики и радиоэлектроники



В.И. Сажин

Лист согласования, дополнений и изменений на 2016/2017 учебный год

К рабочей программе дисциплины Б1.В.ДВ.2.2 **Специальные вопросы распространения радиоволн в неоднородных средах** по направленности программы подготовки кадров высшей квалификации (программы аспирантуры) 01.04.03
Радиофизика

1. В соответствии с приказом Минобрнауки России №1455 от 07.12.2015 г. о переименовании федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Иркутский государственный университет» (ФГБОУ ВПО «ИГУ») в федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ИГУ») читать наименование вуза в новой редакции.

2. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие дополнения:
Нет дополнений

В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:
Нет изменений

Изменения одобрены Ученым советом физического факультета, Протокол № 5 от 17.05 2016 г.

Зав. кафедрой

В. Сажин Сажин В.И.

Лист согласования, дополнений и изменений на 2017/2018 учебный год

К рабочей программе дисциплины : : Б1.В.ДВ.2.2 **Специальные вопросы распространения радиоволн в неоднородных средах** по направленности программы подготовки кадров высшей квалификации (программы аспирантуры) **Радиофизика**

В рабочую программу дисциплины вносятся следующие дополнения:

Нет дополнений

В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:

Нет изменений

Изменения одобрены Ученым советом физического факультета протокол №8 от 19.06.2017 г.

Зав. кафедрой
радиофизики и
радиоэлектроники

В. Савиц

(подпись)

/Савиц В.И./

(И.О.Ф.)

Лист согласования, дополнений и изменений на 2018/2019 учебный год

К рабочей программе дисциплины : : Б1.В.ДВ.2.2 Специальные вопросы распространения радиоволн в неоднородных средах по направленности программы подготовки кадров высшей квалификации (программы аспирантуры) Радиофизика

В рабочую программу дисциплины вносятся следующие дополнения:

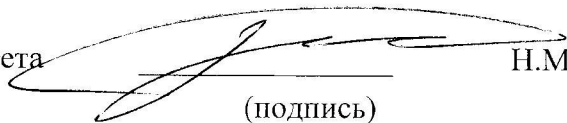
Нет дополнений

В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:

Нет изменений

Изменения одобрены Ученым советом физического факультета протокол № 1 от 30.08.2018 г.

Декан
физического факультета



(подпись)

Н.М. Буднев

(И.О.Ф.)