

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
доцент **И.И. Растворова**

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ

Уровень высшего образования:	Специалитет
Специальность:	11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
Направленность (профиль):	Проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов
Квалификация выпускника:	инженер
Форма обучения:	очная
Составитель:	доц. А.С. Татаренко

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Основы георадиолокации» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы», утвержденного приказом Минобрнауки России № 94 от 09.02.2018 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы» направленность (профиль) «Проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов».

Составитель _____ к.т.н., доц. А.С. Татаренко

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электронных систем от 31.01.2022 г., протокол № 6.

Заведующий кафедрой _____ д.т. н. И.И. Растворова

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. П.В. Иванова

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Основы георадиолокации» является формирование знаний об основных положениях в области основ теории подповерхностной радиолокации, принципов работы георадарных систем.

Основные задачи дисциплины «Основы георадиолокации»:

- получение необходимых знаний по физическим и теоретическим основам функционирования георадаров и обработки сигналов в них;
- овладение методами теории подповерхностной радиолокации, принципами работы георадарных систем, а также использование полученных знаний при организационно-управленческой деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы георадиолокации» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы по специальности «11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы» направленность (профиль) «Проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов» и изучается в 9-ом семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы георадиолокации», являются Теоретические основы радиотехники, Радиотехнические цепи и сигналы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Основы георадиолокации» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	ПКС-5	ПКС-5.1. Знает принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов ПКС-5.2. Умеет проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов ПКС-5.3. Владеет навыками разработки принципиальных схем радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ
Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	ПКС-9	ПКС-9.1. Знает методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах ПКС-9.2. Умеет пользоваться типовыми методиками моделирования объектов и процессов ПКС-9.3. Владеет средствами разработки и создания имитационных моделей с помощью стандартных пакетов прикладных программ

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		9
Аудиторная работа, в том числе:	68	68
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	17
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	76	76
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	17	17
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	17	17
Домашнее задание	12	12
Подготовка к контрольной работе	3	3
Работа в библиотеке	18	18
Промежуточная аттестация – экзамен	Э (36)	Э (36)
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак. час.	180	180
зач. ед.	5	5

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
1. Физические основы георадиолокации	42	8	4	4	26
2. Аппаратура георадиолокации	42	6	2	6	28
3. Обработка георадиолокационных данных	45	10	6	5	24
4. Методика георадиолокационных работ	51	10	5	2	34
	180	34	17	17	112

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Физические основы георадиолокации	Георадиолокация и сейсморазведка - волновые методы геофизики. Электрофизические свойства горных пород. Отражение, преломление, дифракция и затухание электромагнитных волн в реальных средах. Сверточная модель трассы, понятие частотной характеристики. Среда и частотного спектра сигналов. Круг задач, решаемых с помощью георадара. Геологические, инженерно-геологические и гидрогеологические задачи. Поиск локальных объектов, обследование инженерных сооружений, нарушение штатной ситуации	8
2	Аппаратура георадиолокации	Типы георадаров, их характеристики. Принципы работы георадарных установок	6
3	Обработка георадиолокационных данных	Ввод-вывод данных. Формат записи. Просмотр и редактирование данных. Коррекция амплитуд. Линейная обработка сигналов (фильтрация). Повышение разрешающей способности (деконволюция). Восстановление местоположения и формы локальных объектов (миграция). Определение скорости распространения волн. Ввод статических поправок. Преобразование Гильберта (огibaющая, фаза, частота). Пикирование границ и объектов. Примерные последовательности обработки при решении некоторых задач. Определение поглощающих свойств разреза.	10
4	Методика георадиолокационных работ	Глубинность георадарных исследований. Разрешающая способность и детальность георадарных исследований. Наблюдения на постоянной и переменной базах. Проектирование методики наблюдений. Волновая картина и способы ее изображения, оси синфазности, годографы. Математическое моделирование радарограмм.	10
Итого:			34

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	1	Расчет средней частоты георадара, исходя из требуемой глубины зондирования. Расчет шага между соседними положениями антенного блока и между дорожками	4
2	2	Подготовка георадаров к работе	2
3	3	Определение скорости распространения волн. Ввод статических поправок. Преобразование Гильберта (огibaющая, фаза, частота). Пикирование границ и объектов. Примерные последовательности обработки при решении некоторых задач. Определение поглощающих свойств разреза.	6
4	4	Ввод-вывод данных. Формат записи. Просмотр и редактирование данных. Коррекция амплитуд. Линейная обработка сигналов	5

	(фильтрация).	
	Итого:	17

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	1	Наблюдения на постоянной и переменной базах. Разработка методики наблюдения	4
2	2	Исследование возможности восстановления местоположения и формы локальных объектов	6
3	3	Использование георадаров для решения практических задач. Проведение георадарных исследований	5
4	4	Проектирование методики георадиолокационных наблюдений	2
		Итого:	17

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы планом не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Физические основы георадиолокации.

1. Георадиолокация и сейсморазведка – волновые методы геофизики
2. Электрофизические свойства горных пород
3. Отражение, преломление электромагнитных волн в реальных средах
4. Дифракция и затухание электромагнитных волн в реальных средах
5. Сверточная модель трассы.
6. Понятие частотной характеристики среды и частотного спектра сигналов

Раздел 2. Аппаратура георадиолокации

1. Принципы функционирования георадиолокационной аппаратуры
1. Геологические, инженерно-геологические и гидрогеологические задачи
2. Поиск локальных объектов, обследование инженерных сооружений

Раздел 3. Обработка георадиолокационных данных

1. Содержание метода главных компонент.
2. Спектральный анализ геофизических сигналов.
3. Линейная фильтрация геофизических полей.
4. Оптимальные линейные фильтры в георадиолокации.
5. Теория статистических решений
6. Статистические характеристики геополей.
7. Градиентные характеристики геополей.
8. Корреляция и регрессия в георадиолокации.
9. Линейная регрессия и ее применение.
10. Нелинейная регрессия и ее применение.
11. Множественная регрессия и ее применение.

Раздел 4. Методика георадиолокационных работ

1. Глубинность георадарных исследований
2. Разрешающая способность и детальность георадарных исследований
3. Наблюдения на постоянной и переменной базах
4. Проектирование методики наблюдений
5. Волновая картина и способы ее изображения, оси синфазности, годографы
6. Математическое моделирование радарограмм

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к экзамену (по дисциплине):

1. Как изменяются диэлектрическая проницаемость в зависимости от частоты электромагнитных волн?
2. Как изменяются электропроводность в зависимости от частоты электромагнитных волн?
3. Как электрические параметры грунтов и горных пород влияют на форму зондирующего видеоимпульса, распространяющегося в этих средах?
4. Как дальность зондирования зависит от средней частоты рабочего диапазона георадара?
5. На основании чего выбирается оптимальное значение средней частоты рабочего диапазона георадара?
6. В чем достоинства и недостатки георадарного методов зондирования неоднородностей?
7. В чем достоинства и недостатки сейсмоакустического методов зондирования неоднородностей?
8. Где лучше применять георадарный метод зондирования неоднородностей?
9. Где лучше применять сейсмоакустический метод зондирования неоднородностей?
10. Какой зависимостью описывается соотношение между числом накопленных сигналов и отношением сигнал/шум по мощности?
11. Каким образом выбирается размер площадки сканирования для получения достоверного изображения локального объекта?
12. Какие операции включают предварительный вид обработки сигналов георадара?
13. Какие операции включает дополнительный вид обработки сигналов георадара?

14. В чем суть фильтрации на основе вейвлетного разложения, преобразования Гильберта, решения системы линейных алгебраических уравнений с регуляризацией, обратной фильтрации (декомпозиции), используемых для дополнительной обработки результатов георадарного зондирования?
15. Для чего нужна и каким образом осуществляется фокусировка при визуализации результатов георадарных измерений?
16. Перечислите и поясните суть методов построения объемных изображений из радарограмм.
17. Какова влияет боковая волна на форму зондирующего импульса?
18. Какие ошибки могут быть получены при определении знака первого вступления отраженной волны?
19. В чем проявляется влияние затухания в грунте на форму зондирующего импульса?
20. Как сказывается влияние затухания в грунте на форму зондирующего импульса при увеличении глубины зондирования?
21. Каким образом при интерпретации результатов зондирования нужно учитывать размеры объекта и его расположение относительно антенного блока?
22. При каких условиях при интерпретации результатов зондирования объект может быть пропущен?
23. Что такое ложные отражения, при каких условиях они возникают?
24. Какое влияние на показания могут вызвать неровности поверхности зондируемого участка?
25. Каким образом следует производить измерения на площадке с неодинаковой поверхностью грунта?
26. Какую роль при измерениях на площадке с неодинаковой поверхностью грунта играет сигнал поверхностной волны?
27. В чем особенность зондирования объектов, расположенных близко к поверхности?
28. Нужно ли учитывать отражение от посторонних предметов в воздухе?
29. Как влияет экранировка антенн результаты зондирования?
30. Каковы особенности проведения измерений в подземных выработках?
31. Как влияют размеры исследуемой площади на результаты фокусировки?
32. Возможно ли зондирование электромагнитным импульсным георадаром объектов через проводящую арматуру (диагностике железобетонных конструкций)?
33. Как проявляется заполненность кристаллоносных полостей воздухом, минерализованной водой или предельно увлажненным глинистым грунтом?
34. Каковы особенности георадарного зондирования в горной выработке впереди забоя?
35. Какова структура принимаемых сигналов при георадарном зондировании в горной выработке впереди забоя?
36. В чем особенности георадарного зондирования закрытого забоя по сравнению с открытым? Каковы особенности сигналов, принимаемых георадаром от объектов, расположенных впереди закрытого забоя?
37. Что нужно учитывать и какие меры принимать для получения максимальной дальности и наилучшей разрешающей способности при зондировании через арматуру?
38. Какие параметры георадаров учитываются при их выборе для решения практических задач? Укажите, какой круг задач могут решать георадары того или иного частотного диапазона.
39. Какой из факторов в большей степени определяет дальность зондирования георадара в реальных условиях - энергетический потенциал или паразитные отражения от стен выработки и оборудования?

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
----------	--------	-----------------

1	На каких физических принципах основан метод обнаружения неоднородностей георадаром?	<ol style="list-style-type: none"> 1. радиолокации 2. сейсморазведки 3. геологии 4. радиооптики
2	Какие задачи наиболее эффективно решаются с помощью георадаров?	<ol style="list-style-type: none"> 1. поиск в песчаных грунтах 2. поиск в вечной мерзлоте 3. подводная разведка 4. разведка трубопроводов
3	В чем особенности георадиолокации по сравнению с радиолокацией в воздушной среде?	<ol style="list-style-type: none"> 1. плотность среды 2. неоднородность среды 3. наличие искажений от подземных коммуникаций 4. наличие промышленных помех
4	Какие устройства входят в состав видеоимпульсного георадара?	<ol style="list-style-type: none"> 1. генератор 2. антенна 3. видеоусилитель 4. фильтр
5	Какие виды георадаров существуют?	<ol style="list-style-type: none"> 1. одноканальные 2. многоканальные 3. с синтезированной апертурой 4. стробоскопические
6	В чем состоит принцип стробоскопического осциллографирования?	<ol style="list-style-type: none"> 1. последовательное считывание исследуемых сигналов с помощью строб импульсов 2. исследование сигналов с помощью вертикальной и горизонтальной разверток 3. разложение входной последовательности сигналов в соответствии с стробоскопическим методом 4. преобразование нескольких идентичных сигналов малой длительности в один с большей длительностью и аналогичной формой
7	Из каких условий выбирается средняя частота георадара?	<ol style="list-style-type: none"> 1. требуемая глубина 2. требуемая разрешающая способность 3. требуемая развязка между соседними полосами зондирования 4. требуемая высота антенн над землей
8	Как влияет тип грунта на оптимальную частоту георадара?	<ol style="list-style-type: none"> 1. не влияет 2. песчаные грунты требуют увеличения частоты зондирования 3. вечная мерзлота требует увеличения частоты зондирования 4. влажные почвы требуют увеличения частоты зондирования
9	Какие факторы определяют оптимальное расстояние между передающей и приемной антеннами георадара?	<ol style="list-style-type: none"> 1. влажность 2. температура 3. разрешающая способность 4. глубина зондирования

10	Как влияет тип грунта на величину оптимального расстояния между передающей и приемной антеннами георадара?	<ol style="list-style-type: none"> 1. уменьшится в 2 раза; 2. уменьшится до нуля; 3. не изменится; 4. уменьшится в 4 раза;
11	В какой последовательности производятся георадарные измерения на объекте?	<ol style="list-style-type: none"> 1. маркировка поверхности, построение планово-высотной сети 2. уточнение схемы подземных коммуникаций, топографическая съемка 3. уточнение схемы подземных коммуникаций, маркировка поверхности 4. маркировка поверхности, построение планово-высотной сети
12	Из каких условий осуществляется выбор размера сканируемой площадки георадаром?	<ol style="list-style-type: none"> 1. влажность грунта 2. требуемая глубина 3. требуемая разрешающая способность 4. расстояние между дорожками
13	Какие виды преобразований используют при предварительной обработке сигналов георадара?	<ol style="list-style-type: none"> 1. частотная фильтрация 2. усреднение сигналов 3. коррекция амплитуд 4. синтез апертуры
14	Какой вид на радарограмме имеют сигналы от объектов с ограниченными размерами в плоскости сечения?	<ol style="list-style-type: none"> 1. сфера 2. купол 3. куб 4. фронт
15	Какой вид имеет годограф волн, отражённых от линейного объекта, расположенного перпендикулярно профилю?	<ol style="list-style-type: none"> 1. гипербола 2. парабола 3. квадратичная зависимость 4. кубическая зависимость
16	Как с помощью яркости изображаются амплитуды отраженных сигналов на радарограмме?	<ol style="list-style-type: none"> 1. черный цвет соответствует большей амплитуде 2. черный цвет соответствует меньшей амплитуде 3. серый цвет соответствует меньшей амплитуде 4. автоматически в визуальной среде программирования
17	Каким образом выбирается амплитуда нормировки сигнала для отраженных сигналов на радарограмме?	<ol style="list-style-type: none"> 1. аналитический способ 2. способ экспериментального подбора 3. программным способом 4. реализует оператор
18	Как на радарограммах интерпретируются области больших значений отраженного сигнала?	<ol style="list-style-type: none"> 1. большой раскрыв параболы 2. выделение цветом 3. амплитудой отклика 4. большая площадь объекта
19	В каких случаях можно различить границы между разными литологическими разновидностями?	<ol style="list-style-type: none"> 1. при высокой разрешающей способности 2. для заглубленных объектов 3. при различии плотности более 10 раз 4. в песчаных грунтах

20	Назовите условие получения отраженного сигнала при плавном изменении электрических свойств на границе между зондируемыми областями.	<ol style="list-style-type: none"> 1. большая мощность зондирующих импульсов 2. заглубленность объектов 3. большее расстояние между передающим и приемным антенными блоками 4. ни при каких условиях
----	---	--

Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Какие антенны применяются в георадарах?	<ol style="list-style-type: none"> 1. дипольные 2. щелевые 3. бегущей волны 4. антенные решетки
2	В чем особенности антенн георадаров?	<ol style="list-style-type: none"> 1. характеристика развязки верх-низ 2. линейная поляризация 3. круговая поляризация 4. использование рупорных антенн
3	От чего зависит дальность зондирования георадара?	<ol style="list-style-type: none"> 1. мощность зондирующего сигнала 2. коэффициенты усиления приемной и передающей антенн 3. ЭПР объекта 4. диэлектрическая проницаемость среды
4	Что такое энергетический потенциал георадара?	<ol style="list-style-type: none"> 1. отношение $U_{\text{вых}}$ генератора к $U_{\text{вх}}$ приемника 2. разность $U_{\text{вых}}$ генератора и $U_{\text{вх}}$ приемника 3. произведение $U_{\text{вых}}$ генератора и $U_{\text{вх}}$ приемника 4. амплитуда тепловых флуктуаций на входе приемника
5	Что такое разрешающая способность георадара по расстоянию?	<ol style="list-style-type: none"> 1. расстояние между объектами, соответствующее различению их откликов на осциллограмме 2. возможность различения объектов на радарограмме 3. способность оператора различить отдельные объекты на радарограмме 4. расстояние между объектами под поверхностью на максимальной различимой дальности
6	Что такое разрешающая способность георадара в плане?	<ol style="list-style-type: none"> 1. величина, пропорциональная длине волны в грунте 2. величина, пропорциональная разности ДН в грунте 3. величина, пропорциональная сумме ДН в грунте 4. величина, показывающая возможность фокусировки объектов на максимальной глубине

7	Из каких условий осуществляется выбор шага между соседними положениями антенного блока георадара вдоль дорожки сканирования?	<ol style="list-style-type: none"> 1. глубина объекта 2. размеры объектов 3. разрешающая способность георадара 4. величина расстояния между дорожками сканирования
8	Из каких условий осуществляется выбор расстояния между дорожками при сканировании георадаром?	<ol style="list-style-type: none"> 1. не менее 0,1...0,2 от глубины зондирования 2. не менее 0,5...0,6 от глубины зондирования 3. не менее 0,01...0,02 от глубины зондирования 4. произвольно
9	В чем суть метода зондирования на двух ортогональных поляризациях?	<ol style="list-style-type: none"> 1. последовательное зондирование на двух ортогональных поляризациях 2. одновременное зондирование на ортогональных поляризациях 3. изменение положения антенны в процессе зондирования 4. сравнение и обработка результатов зондирования на ортогональных поляризациях
10	Каким образом следует выбирать направления поляризации антенн и дорожек сканирования в зависимости от ориентации протяженных проводящих (металлические трубы, кабели) и непроводящих (трубы с диэлектрическими стенками) линейных объектов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. параллельно проводящим и перпендикулярно непроводящим объектам 2. параллельно всем обоим типам объектов 3. перпендикулярно обоим типам объектов 4. перпендикулярно проводящим и параллельно непроводящим объектам
11	Как влияет высота подъема щелевых антенн на уровень излучаемого в среду и принимаемого сигналов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. уровень излучаемого сигнала возрастает с увеличением высоты, а принимаемого сигнала падает 2. уровень излучаемого сигнала падает с увеличением высоты, а принимаемого сигнала возрастает 3. уровень обоих сигналов возрастает 4. уровень обоих сигналов падает
12	Какие рекомендации следует использовать при зондировании глубоко расположенных объектов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. экранировка антенн 2. дополнительное усиление 3. смена поляризации антенны 4. увеличение расстояния между дорожками сканирования
13	Назовите источники погрешностей определения расстояния до неоднородностей.	<ol style="list-style-type: none"> 1. неоднородность грунта 2. градиент температуры в глубине 3. промышленные помехи 4. вибрации
14	К чему может привести неточное знание распределения диэлектрической проницаемости по объему при фокусировке?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ошибки в оценке границ слоев 2. ошибки в оценке границ объектов 3. необнаружение объектов 4. размытость радарограмм

15	Какой метод используется для уменьшения погрешностей из-за неточного знания распределения диэлектрической проницаемости по объему при фокусировке?	1. пространственно-временной 2. фокусировка с суммированием по длине сигнала 3. многочастотная дифракционная томография 4. наложения спектров отраженного сигнала
16	Какую информацию об объекте позволяет получить анализ первого вступления отраженной электромагнитной волны?	1. глубина залегания 2. размеры в глубину 3. размеры по фронту 4. состав материала
17	Назовите причины ошибок и погрешностей при определении знака первого вступления отраженной волны.	1. температурные аномалии 2. промышленные помехи 3. переотражение от поверхности 4. наложение сигналов близко расположенных объектов
18	К чему могут привести ошибки при определении знака первого вступления отраженной волны.?	1. потеря сигнала 2. перепутывание пустот и валунов 3. ложные отражения 4. высокий декремент затухания
19	Какие методы используются для расчета электромагнитных полей, напряжений и токов при работе георадара?	1. конечных разностей 2. интегральных уравнений 3. математической статистики 4. геометрической оптики
20	В чем преимущество и недостатки метода конечных разностей?	1. универсальность 2. формализуемость 3. неформализуемость 4. узкая применимость

Вариант 3.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Чем определяется разрешающая способность георадара по расстоянию?	1. влажность 2. электропроводность 3. длина волны 4. диэлектрическая проницаемость
2	Замедление ЭМВ в среде пропорционально ...	1. квадратному корню из ϵ 2. кубическому корню из ϵ 3. обратно пропорционально ϵ 4. прямо пропорционально ϵ
3	В каких пределах находятся значения электропроводности для гранита?	1. 0,001-0,1 2. 0,01-1 3. 1-5 4. 2-10
4	В каких пределах находятся значения диэлектрической проницаемости для суглинков?	1. 10-20 2. 5-10 3. 1-2 4. 40-50
5	Как влияет присутствие воды на диэлектрическую проницаемость для различных типов пород и грунтов?	1. увеличивает для бетона 2. уменьшает для сухого грунта 3. не влияет 4. уменьшает для известняков

6	Как влияет присутствие воды на электропроводность для различных типов пород и грунтов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. увеличивает для суглинков 2. увеличивает для влажных грунтов 3. уменьшает для асфальта 4. не влияет
7	В каких случаях целесообразно производить измерения в режиме приподнятых антенн?	<ol style="list-style-type: none"> 1. неровный грунт 2. влажная поверхность 3. непроводящая поверхность 4. при отсутствии помех
8	Что из себя представляет резистивный материал, прокладываемый между антеннами и поверхностью зондируемого участка?	<ol style="list-style-type: none"> 1. проводимость 0,05-0,1 См/м на 10 МГц 2. проводимость 5-10 См/м на 10 МГц 3. проводимость 0,5-1 См/м на 10 МГц 4. проводимость 0,05-0,1 См/м на 100 МГц
9	Каким образом можно уменьшить влияние неровностей поверхности зондируемого участка на показания?	<ol style="list-style-type: none"> 1. прокладывание резистивного материала 2. подъем антенн 3. выравнивание грунта 4. увлажнение грунта
10	Как на показания георадара влияют предметы, расположенные на зондируемой поверхности или вблизи нее?	<ol style="list-style-type: none"> 1. искажение сигнала 2. не влияют 3. снижение разрешающей способности 4. снижение глубины обнаружения
11	Каким образом можно уменьшить влияние на показания георадара предметов, расположенных на зондируемой поверхности или вблизи нее, в частности металлической арматуры?	<ol style="list-style-type: none"> 1. экранировка 2. подъем антенн 3. прижатие антенн к грунту 4. выбор другой поляризации антенн
12	В чем суть метода накопления сигналов при измерениях?	<ol style="list-style-type: none"> 1. увеличение времени зондирования 2. поднятие антенн над землей 3. увеличение постоянной времени фильтра 4. многократное зондирование участка
13	Как свойства зондируемого объекта влияют на форму отраженного сигнала?	<ol style="list-style-type: none"> 1. частотный сдвиг 2. модуляция амплитуды 3. сдвиг по фазе 4. пропуск объекта
14	Что такое дифракционная волна?	<ol style="list-style-type: none"> 1. явление огибания радиоволнами препятствия 2. чередование максимумов и минимумов при сложении двух и более радиоволн 3. радиоволна, отраженная от препятствия к антенне 4. радиоволна, проникающая сквозь препятствие вследствие туннельного эффекта
15	Как дифракционная волна влияет на форму отраженного импульса при зондировании объектов небольших размеров?	<ol style="list-style-type: none"> 1. возникают боковые лепестки 2. длительность переднего фронта уменьшается, а заднего фронта увеличивается 3. длительность переднего фронта увеличивается, а заднего фронта уменьшается 4. импульс размывается

16	Что такое краевые волны?	<ol style="list-style-type: none"> 1. волна, как результат дифракции волн, отраженных от различных краев среды 2. отраженные волны от краев заглубленных предметов 3. помеховые колебания от краев антенн 4. волна, как результат интерференции волн, отраженных от различных краев среды
17	Какую роль играют краевые волны при формировании сигнала, отраженного от тонких проводящих стержней?	<ol style="list-style-type: none"> 1. формируют отклик в основном 2. не участвуют в формировании отклика 3. формируют первые 10 максимумов отклика 4. формируют первые 2 максимума отклика
18	Как направление зондирования влияет на форму зондирующего импульса?	<ol style="list-style-type: none"> 1. вдоль поверхности - искажение за счет переотражений от поверхности 2. 45 градусов от вертикали - незначительные искажения 3. вертикальное зондирование - без искажений, только шум 4. вертикальное зондирование - искажения за счет переотражения от нижележащих слоев
19	В чем суть метода конечных разностей при расчете электрической и магнитной составляющих поля?	<ol style="list-style-type: none"> 1. накладывается сетка с определенным шагом и рассчитываются потенциалы точек области 2. расчет полей в соответствии с уравнениями Максвелла 3. вычисление методом приближенных потенциалов 4. область делится на треугольники и задаются граничные условия
20	Какова особенность сигналов, образующихся в результате зондирования кристаллоносных полостей?	<ol style="list-style-type: none"> 1. зависимость от вида заполнения полостей 2. зависимость от ориентирования вектора E относительно плоскостей кристаллов 3. целесообразно использовать более короткие зондирующие импульсы 4. целесообразно использовать антенны большего размера

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает	Студент поверхностно знает материал основных разделов и	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
существенные ошибки в ответах на вопросы	тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.3.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы

Студент выполняет курсовую работу / курсовой проект в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Владимиров, В.М. Дистанционное зондирование Земли [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. М. Владимиров, Д. Д. Дмитриев, О. А. Дубровская [и др.] ; ред. В. М. Владимиров. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. – 196 с.
<http://znanium.com/bookread2.php?book=506009>
2. Шайдуров, Г. Я. Основы теории и проектирования радиотехнических систем [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Г. Я. Шайдуров. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2010. - 283 с.
<http://znanium.com/bookread2.php?book=441951>
3. Ботов, М. И. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс] : монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девотчак; ред. М. И. Ботов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 394 с. - ISBN 978-5-7638-2740-8.
<http://znanium.com/bookread2.php?book=492976>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Майорова, В.И. Прием и обработка данных дистанционного зондирования Земли с космического аппарата TERRA: метод. Указания к выполнению лабораторной работы № 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Майорова, Д.А. Гришко, В.П. Малашин, С.С. Семашко. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 25 с.
<https://e.lanbook.com/reader/book/58410/#1>
2. Белов, М.Л. Оптико-электронные спутниковые системы мониторинга природной среды [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.Л. Белов. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 71 с.
<https://e.lanbook.com/reader/book/52086/#1>

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

- БД JSTOR полнотекстовая база англоязычных научных журналов www.jstor.org
 - Научная электронная библиотека www.eLibrary.ru (доступ к полным текстам ряда научных журналов с 2007 по 2011 г.)
1. Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru>
 2. Российская национальная библиотека <http://www.nlr.ru>
 3. Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы им. М.И.Рудомино <http://www.libfl.ru>
 4. Библиотека Академии Наук <http://www.rasl.ru>
 5. Библиотека РАН по естественным наукам <http://www.benran.ru>
 6. Государственная публичная научно-техническая библиотека <http://www.gpntb.ru>
 7. Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения РАН <http://www.spsl.nsc.ru/>
 8. Центральная научная библиотека Дальневосточного отделения РАН <http://lib.febras.ru>
 9. Центральная научная библиотека Уральского отделения РАН <http://www.uran.ru>
 10. Библиотека Конгресса <http://www.loc.gov/index.html>
 11. Британская национальная библиотека <http://www.bl.uk>
 12. Французская национальная библиотека <http://www.bnf.fr>
 13. Немецкая национальная библиотека <http://www.ddb.de>
 14. Библиотечная сеть учреждений науки и образования RUSLANet <http://www.ruslan.ru:8001/rus/rcls/resources>
 15. Центральная городская универсальная библиотека им. В.Маяковского <http://www.pl.spb.ru>

16. Научная библиотека им. М.Горького Санкт-Петербургского Государственного университета (СПбГУ) <http://www.lib.pu.ru>
Фундаментальная библиотека Санкт-Петербургского Государственного Политехнического университета (СПбГПУ) <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/>

7.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Радиолокационные системы дистанционного зондирования: Методические указания для самостоятельной работы [Электронный ресурс] / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный».

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Аудитории для проведения лекционных занятий.

48 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный для студентов – 25 шт., стул – 48 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стойка мобильная – 1 шт., экран SCM-16904 Champion – 1 шт., проектор XEED WUX450ST – 1 шт., ноутбук 90NB0AQ2-M01400 – 1 шт., источник бесперебойного питания Protection Station 800 USB DIN – 1 шт., доска настенная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 6 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional (ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники», Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Аудитории для проведения практических занятий.

16 посадочных мест

Оснащенность: Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) - 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) - 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) - 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 - 17 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), плакат - 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus; CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО), Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На

поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» , Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 , Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 .

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 .

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» ,

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1.

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011).

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»).

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007).

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).

4. LabView Professional, ГК №1142912/09 от 04.12.2009 "На поставку программного обеспечения".