



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра радиофизики и радиозлектроники

УТВЕРЖДАЮ
Бужков Н.М.
28 06 2016 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля) Б1.В.ДВ.2.1 «Обработка сигнала в спутниковой радионавигации»

Направление подготовки - 03.04.03 «Радиофизика»

Тип образовательной программы - академическая

Направленность (профиль) подготовки «Информационные процессы и системы»

Квалификация (степень) выпускника - Магистр

Форма обучения - очная

Согласовано с УМК физического факультета
Протокол № 3 от « 28 » 06 2016г.

Председатель

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 12
От « 28 » 06 2016г.
И.О.Зав. кафедрой _____

Колесник С.Н.

Иркутск 2016 г.

Содержание

	Стр.
1. Цели и задачи дисциплины (модуля).....	3
2. Место дисциплины в структуре ООП	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.....	5
5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	5
6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	6
6.1. План самостоятельной работы студентов	6
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	7
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов).....	8
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	8
а) основная литература.....	8
б) дополнительная литература	8
в) программное обеспечение	8
г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы	8
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	8
10. Образовательные технологии.....	9
11. Оценочные средства (ОС).....	9
11.1. Оценочные средства для входного контроля.....	9
11.2. Оценочные средства текущего контроля	9
11.2.1 Перечень оценочных средств	9
11.2.2 Характеристика оценочных средств	9
11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации	10
11.3.1 Перечень оценочных средств	10
11.3.2 Характеристика оценочных средств	10
Приложение 1. Примерный вариант теста и ответы на задания.....	12
Приложение 2. Пример экзаменационного билета и вопросы к экзамену	16

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Дисциплина «Обработка сигналов в системах спутниковой радионавигации» - дисциплина радиофизического цикла, изучающая методы позиционирования объектов средствами радионавигации.

Цель курса – дать студентам основные представления о методах позиционирования радиофизическими средствами, технологиями обработки радиосигналов, современных глобальных спутниковых системах позиционирования.

Задачи курса - научить студентов пользоваться наземными средствами спутникового позиционирования, освоить методы первичной и вторичной обработки данных спутниковых радионавигационных систем.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Обработка сигналов в системах спутниковой радионавигации» входит в вариативную часть профессионального цикла ООП.

Изучение курса предполагает наличие основных знаний по дисциплинам «Информатика», «Теория передачи сигналов», «Радиотехнические цепи и сигналы».

Полученные в процессе изучения курса знания и навыки могут быть использованы во время прохождения производственной практики, подготовке магистерской диссертации, а также в дальнейшей профессиональной работе.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

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

Общекультурные компетенции (ОК):

ОК-1 - способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

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

ОПК-4 - способностью к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, использованию современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки.

Профессиональные компетенции (ПК):

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

ПК-2 - способностью самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики (в соответствии с профилем подготовки) и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта

В результате изучения дисциплины магистрант должен:

Знать:

Индекс	Индекс	Образовательный результат
--------	--------	---------------------------

компетенции	образовательного результата	
ПК-1	3-1	методы формирования, передачи и обработки радиосигналов с системах радионавигации;
ОПК-3	3-1	физические принципы работы спутниковых радионавигационных систем

Уметь:

Индекс компетенции	Индекс образовательного результата	Образовательный результат
ОК-1	У-1	анализировать данные радионавигационной аппаратуры;
ПК-2	У-1	пользоваться современной радионавигационной аппаратурой.

Владеть:

Индекс компетенции	Индекс образовательного результата	Образовательный результат
ОПК-4 ¹	В-1	Навыками работы с конкретным навигационным приемником (МНП М7 Ижевского радиозавода).

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

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		1	2	3	4
Аудиторные занятия (всего)	54/1.5	-	-	54/1/5	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции (Л)	24/0.667	-	-	24/0.667	-
Практические занятия (ПЗ)	24/0.667	-	-	24/0.667	-
Семинары (С)	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-
Контроль самостоятельной работы (КСР)	6/0.17	-	-	6/0.17	-
Самостоятельная работа (всего)	198/5.5	-	-	198/5.5	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-	-	-	-
Расчетно-графические работы	-	-	-	-	-
Реферат (при наличии)	-	-	-	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>		-	-		-
Вид промежуточной аттестации: экзамен	36/1	-	-	36/1	-
Контактная работа:	74	-	-	74	-
Общая трудоемкость, часы	288	-	-	288	-

¹ Компетенция ОПК-4 формируется во время самостоятельной работы магистранта.

зачетные единицы	8	-	-	8	-
------------------	---	---	---	---	---

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Базовые принципы спутниковой радионавигации.

1.1. Геометрические основы позиционирования.

1.2. Глобальное и локальное позиционирование.

Тема 2. Понятие псевдодальности.

2.1. Измерение псевдодальности.

2.2. Факторы, определяющие псевдодальность.

2.3. Шкалы времен и их согласование.

Тема 3. Влияние среды распространения радиосигналов.

3.1. Распространение радиоволн в тропосфере.

3.2. Распространение радиоволн в ионосфере.

Тема 4. Модели среды распространения.

4.1. Модели тропосферы.

4.2. Модели полного электронного содержания.

Тема 5. Решение навигационной задачи.

5.1. Формулировка навигационной задачи.

5.2. Реализации решений навигационной задачи.

Тема 6. Навигационный приемник МНП М7.

6.1. Технические характеристики приемника.

6.2. Программное обеспечение приемника.

6.3. Методики измерений и обработки данных.

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

№ п/п	Наименование обеспечиваемых дисциплин	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6
1.	Производственная практика	+	+	+	+	+	+
2.	Научно-исследовательская работа	+	+	+	+	+	+
3.	Выпускная квалификационная работа	+	+	+	+	+	+

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

№ п/п	Наименование раздела Наименование темы	Виды занятий в часах					Всего
		Лекц.	Практ. зан.	Семина	КСР	СРС	
1.	Базовые принципы спутниковой радионавигации.	4	-	-	-	10	14
2.	Понятие псевдодальности.	4	6	-	2	40	50
3.	Влияние среды распространения радиосигналов.	4	6	-	-	44	54

4.	Модели среды распространения.	4	-	-	2	4	8
5.	Решение навигационной задачи.	4	6	-	-	48	58
6.	Навигационный приемник МНП М7	4	6	-	2	52	62

6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	Понятие псевдодальности.	Измерение псевдодальности (ПЗ)	6	Практические задания	ОПК-3
2	Влияние среды распространения радиосигналов	Исследование эффектов ионосферы и тропосферы (ПЗ)	6	Практические задания	ОПК-3
3	Решение навигационной задачи.	Реализации решений навигационной задачи (ПЗ)	6	Практические задания	ОК-1, ОПК-3, ПК-1
4	Навигационный приемник МНП М7	Проведение измерений и обработки данных с приемником МНП М7 (ПЗ)	6	Практические задания	ОК-1, ПК-1, ПК-2, ОПК-4

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Колич. часов
1 - 2	Базовые принципы спутниковой радионавигации	Внеаудиторная	- работа с конспектом лекции;	Источники 2 из основной литературы и 1,2 из дополнительной	10
2	Понятие псевдодальности	Внеаудиторная	- работа с конспектом лекции; - подготовка к практическим занятиям;	Источники 2 из основной литературы и 1,2 из дополнительной	20
3 - 4	Понятие псевдодальности	Аудиторная	-выполнение заданий; -написание отчета - защита отчета	Источники 2,4 из основной литературы и 1,2 из дополнительной	20
4 - 6	Влияние среды распространения радиосигналов	Внеаудиторная	- работа с конспектом лекции; - подготовка к практическим занятиям;	Источники 1,2,3 из основной литературы и 1,2 из дополнительной	22
6 - 7	Влияние среды распространения	Аудиторная	Выполнение заданий и	Источники 1,2,3,4 из основной	22

	радиосигналов		написание отчета	литературы и 1,2 из дополнительной	
7 - 10	Решение навигационной задачи.	Внеаудиторная	- работа с конспектом лекции; - подготовка к практическим занятиям;	Источники 1,2,3 из основной литературы и 1,2 из дополнительной	24
9 - 11	Решение навигационной задачи.	Аудиторная	Выполнение заданий и написание отчета	Источники 1,2,3,4 из основной литературы и 1,2 из дополнительной	24
12	Повторение теоретических основ дисциплины «Обработка сигнала в спутниковой радионавигации»	Внеаудиторная	- работа с конспектами лекции; - анализ защищенных отчетов о выполнении практических заданий;	Источники 1,2,3,4 из основной литературы и 1,2 из дополнительной	20
12 - 16	Навигационный приемник МНП М7	Внеаудиторная	- работа с конспектом лекции; - подготовка к практическим занятиям;	Источники 1,2,3 из основной литературы и 1,2 из дополнительной	20
14 - 17	Подготовка отчета о выполнении практического занятия	Аудиторная	Выполнение заданий и написание отчета	Источники 1,2,3,4 из основной литературы и 1,2 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.

Цель лекции – организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом дисциплины.

Задачи лекционных занятий – дать связанное, последовательное изложение материала, сообщить студентам основное содержание предмета в целостном, систематизированном виде.

Структура и содержание основных разделов (приведена в рабочей программе учебной дисциплины, раздел 5)

Методы и средства проведения теоретических занятий

При изучении учебного модуля студенты должны посещать лекционные занятия, вести конспекты и самостоятельно прорабатывать по учебникам вопросы, указанные преподавателем. (Список основной литературы приведен разделе 8).

Отличительной особенностью данной дисциплины является ее практическая направленность. В ходе лекций предполагается рассматривать только основные теоретические основы обработки сигналов спутниковых навигационных сигналов, а подробное изучение теоретических положений и практических приложений теории

должно проводиться в часы проведения практических занятий, а также внеаудиторной СРС. Для этого преподаватель выдает студентам задания для выполнения практических занятий.

б) Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

Аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа студентов заключается в выполнении практических заданий и подготовке к защите отчетов от выполнении заданий. 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.

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. Методы спутникового и наземного позиционирования. Перспективы развития технологий обработки сигналов [Текст] / ред.: Д. Дардари, Э. Фаллетти, М. Луизе ; пер. с англ. Е. Б. Махияновой. - М. : Техносфера, 2012. - 527 с. : ил. ; 25 см. - (Мир радиоэлектроники). - Библиогр. в конце глав. (1 экз.)

2. Богданов, М. Р. Применения GPS/ГЛОНАСС [Текст] : учеб. пособие / М. Р. Богданов. - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 134 с. : ил. ; 20 см. - Библиогр. в конце глав. (1 экз.)

б) дополнительная литература

1. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. Том 1, том 2. Москва, ФГУП «Картгеоцентр». 2005 г.

2. Шебшаевич В.С., Дмитриев П.П., Иванцевич Н.В. и др. Сетевые спутниковые радионавигационные системы / Под ред. В. С. Шебшаевича. -2-е изд., перераб. и доп.-М.: Радио и связь, 1993 г. (1 экз.)

в) программное обеспечение

Программа NAVI (спец. ПО приемника МНП М7);

г) 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 материалы кафедры №401 радиолокации и радионавигации Московского авиационного институт: <http://kaf401.rloc.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Компьютерный класс со специализированным программным обеспечением для проведения практических занятий, мультимедийный проектор, офисное оборудование для оперативного размножения иллюстративного и раздаточного лекционного материала.

10. Образовательные технологии

Чтение лекций по темам предполагает решение тематических задач в качестве примеров, подкрепляющих теоретический материал.

При проведении практических занятий студентам (в отдельных случаях – группам студентов) предлагается решать разнообразные задачи по текущей теме.

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

Назначение оценочных средств ТК – выявить сформированность компетенций (ОК-1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2). Ниже приведен перечень оценочных средств текущего контроля:

1. Практические задания;
2. Тест.

11.2.2 Характеристика оценочных средств

1. Практические задания.

Назначение оценочного средства и процесса защиты отчетов о выполнении практических заданий - мониторинг эффективности подготовки студентов в ходе обучения. Показателем эффективности подготовки студента является получение им балла, превышающего пороговое значение в 4 балла за один отчет.

Параметры оценочного средства

Критерии оценки	Оценка		
	Отлично	Хорошо	Удовлетв.
Выполнение заданий	Полностью и корректно выполнены все задания (7-8 баллов)	Полностью выполнены все задания, допущены одна – две ошибки (5 -6 баллов)	Не полностью выполнены задания, допущены одна – две ошибки (3 -4 балла)
Сдача отчета	Задание выполнено и сдано в срок (2 балла)		Задание сдано с задержкой (1 балл)

Итоговая оценка за выполнение практического задания вычисляется на основании суммирования баллов по каждому критерию. Оценка «отлично» выставляется студенту, набравшему 9 - 10 баллов, «хорошо» выставляется студенту, набравшему 6 - 8 баллов, «удовлетворительно» выставляется студенту, набравшему 4 - 5 баллов.

2. Тест

Назначение оценочного средства – промежуточный мониторинг эффективности теоретической подготовки студентов в ходе обучения. Показателем эффективности подготовки студента является получение им балла, превышающего пороговое значение в 13 баллов. Примерный вариант теста приведен в приложении 1.

Параметры оценочного средства

Предел длительности контроля	45 мин
------------------------------	--------

Последовательность выборки вопросов из каждого раздела	случайная
Критерии оценки:	
«5», если	22 – 25 правильных ответов (22 - 25 баллов в рейтинг студента)
«4», если	18 - 21 правильный ответ (18 - 21 баллов в рейтинг студента)
«3», если	13 - 17 правильных ответов (13 - 17 баллов в рейтинг студента)

11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

11.3.1 Перечень оценочных средств

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Студент допускается к теоретическому экзамену в том случае, если он выполнит все практические задания, а также сдаст на положительную оценку тест.

11.3.2 Характеристика оценочных средств

Форма проведения экзамена – устный по билетам / письменный по билетам. Экзамены проводятся во время экзаменационных сессий в соответствии с расписанием.

Экзаменационный билет состоит из одного теоретического вопроса. Экзаменационные задания (билеты) для приема экзаменов выполнены многовариантными, чтобы исключить возможность списывания и обмена информацией в ходе экзамена. Вопросы для самостоятельной подготовки студентов к экзамену приведены в приложении 2.

Показатели и критерии выставления оценки по теоретическому экзамену приведены в таблице на следующей странице.

Стоит отметить, что при получении оценки «неудовлетворительно» хотя бы по одному критерию, студент считается несдавшим экзамен по дисциплине и направляется на повторную сдачу экзамена.

Итоговая оценка вычисляется на основании суммирования баллов по каждому критерию. Оценка «отлично» выставляется студенту, набравшему 21 – 26 баллов, «хорошо» выставляется студенту, набравшему 16 – 20 баллов, «удовлетворительно» выставляется студенту, набравшему 12 – 15 баллов,

Критерии	Оценка			
	Отлично	Хорошо	Удовлетв.	Неудовлетв.
Знание	Всесторонние глубокие знания (9 -10 баллов)	Знание материала в пределах программы (7 -8 баллов)	Отмечены пробелы в усвоении программного материала (5 -6 баллов)	Не знает основное содержание дисциплины (менее 5 баллов)
Понимание	Полное понимание материала, приводит примеры, дополнительные вопросы не требуются (8 -9 баллов)	Понимает материал, приводит примеры, но испытывает затруднения с выводами, однако достаточно полно отвечает на дополнительные вопросы (6 -7 баллов)	Суждения поверхностны, содержат ошибки, примеры не приводит, ответы на дополнительные вопросы неуверенные (4 -5 баллов)	С трудом формулирует свои мысли, не приводит примеры, не дает ответа на дополнительные вопросы (менее 4 баллов)
Применение проф. терминологии	Дает емкие определения основных понятий, корректно использует профессиональную терминологию (4 балла)	Допускает неточности в определении понятий, не в полном объеме использует профессиональную терминологию (3 балла)	Путает понятия, редко использует профессиональную терминологию (2 балла)	Затрудняется в определении основных понятий дисциплины, некорректно использует профессиональную терминологию (менее 2 баллов)
Соблюдение норм литературного языка	Соблюдает нормы литературного языка, преобладает научный стиль изложения (3 балла)	Соблюдает нормы литературного языка, допускает единичные ошибки (2 балла)	Допускает множественные речевые ошибки при изложении материала (1 балл)	Косноязычная речь искажает смысл ответа (0 баллов)

Разработчики:

_____ (подпись)

профессор
(занимаемая должность)

В.Б. Иванов
(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры радиофизики и радиоэлектроники

« 28 » 06 2016г.

Протокол № 12 И.О.Зав.кафедрой _____ Колесник С.Н.

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

Приложение 1. Примерный вариант теста и ответы на задания

Тест

1. В чем заключается основное практическое назначение спутниковых радионавигационных систем?
2. Как задается положение объекта?
3. Что представляют собой координаты в геоцентрической системе?
4. Как направлены оси геоцентрической системы координат?
5. Как задаются координаты в геодезической системе?
6. Какие существуют наиболее распространенные российские (советские) и зарубежные системы координат?
7. Какие первичные характеристики навигационных радиосигналов измеряет навигационный приемник?
8. Как определяется скорость объекта?
9. Что такое псевдодальность?
10. Что физически составляет псевдодальность?
11. Что такое навигационная задача?
12. В чем состоит геометрический смысл решения навигационной задачи?
13. Как в навигационной задаче учитывается сдвиг времени приемника?
14. Что влияет на сдвиг времени передатчиков спутников?
15. Как корректируется уход частоты генератора передатчика?
16. Какие релятивистские эффекты учитываются в сдвиге времени спутника?
17. Что такое многолучевость?
18. Как можно пытаться бороться с многолучевостью?
19. Что такое тропосфера и как она влияет на распространение радиоволн?
20. Является ли тропосфера диспергирующей средой?
21. Как в навигационной задаче корректируется влияние тропосферы?
22. Каков примерный вклад в вертикальную псевдодальность от тропосферного дополнительного запаздывания?
23. Что такое ионосфера?
24. Чем определяется дополнительная задержка радиоволн в ионосфере?
25. Что такое полное электронное содержание (ПЭС) ионосферы?
26. В каких единицах измеряется ПЭС?
27. Зависят ли фазовая и групповая скорости радиоволн в ионосфере от частоты, то есть, является ли плазма диспергирующей средой?
28. Каков типичный вклад дополнительного ионосферного запаздывания в псевдодальность?
29. Какие факторы определяют значения ПЭС?
30. Как осуществляется коррекция дополнительного ионосферного запаздывания при решении навигационной задачи?
31. Чему равно дополнительное запаздывание в модели Клобучара для ночных условий?
32. От чего зависит геометрический фактор потери точности?
33. Как работает дифференциальный режим?
34. Какова типичная точность определения координат навигационных приемников потребительского класса в глобальных навигационных системах?
35. Какова штатная численность группировок навигационных спутников GPS и ГЛОНАСС?
36. В каком частотном диапазоне работают системы GPS и ГЛОНАСС?
37. Какие методы разделения сигналов используются в системах GPS и ГЛОНАСС?
38. Какую основную характеристику можно измерять с помощью двухчастотных навигационных приемников?

39. Какие гео - и гелиофизические явления удастся исследовать с помощью двухчастотных навигационных приемников?
40. Какую информацию содержат наблюдательные (observation) rinex-файлы?
41. Какую информацию содержат навигационные (navigation) rinex-файлы?
42. Что такое режим селективного доступа GPS?
43. Какие зарубежные глобальные навигационные системы должны быть введены в эксплуатацию?
44. Как называется документ, в котором официально описано функционирование спутниковой радионавигационной системы GPS (ГЛОНАСС)?
45. Защищен ли Интерфейсный контрольный документ грифом секретности?
46. Что такое карты GIM?
47. Как представлены карты GIM в IONEX-файлах?

Ключи

1. В определении положения и скорости объекта.
2. Три координаты в геодезической или геоцентрической системе координат.
3. Три проекции (X, Y, Z) вектора положения объекта в прямоугольной декартовой системе координат.
4. Ось X из центра Земли на нулевой меридиан, ось Z из центра Земли на северный полюс, ось Y из центра Земли перпендикулярно двум другим осям.
5. Широта, отсчитываемая от экватора, долгота, отсчитываемая от нулевого меридиана, высота над земным эллипсоидом или геоидом.
6. СК 42 (СССР), ПЗ 90 (Россия), WGS 84 (США).
7. Псевдодальность, фазу несущей (с точностью до произвольной аддитивной постоянной), доплеровское смещение частоты.
8. По приращениям координат от текущего измерения к предыдущему или по доплеровскому смещению частоты сигналов от трех спутников.
9. Измеренное приемником время распространения сигнала от спутника до приемника, умноженное на скорость света в вакууме.
10. Геометрическая дальность, добавка от смещения времени приемника, добавка от смещения времени передатчика спутника, добавка от дополнительного запаздывания в тропосфере, добавка от дополнительного запаздывания в ионосфере, добавка от возможной многолучевости, шум.
11. Навигационная задача состоит в определении координат объекта по данным радионавигационных сигналов спутников.
12. Если известны координаты трех спутников и времена распространения сигналов от трех спутников до объекта, то пересечение трех соответствующих сферических поверхностей дает две точки, одна из которых определяет положение объекта.
13. В решении участвуют 4 спутника, и наряду с тремя неизвестными – координатами объекта в навигационных уравнениях появляется четвертое определяемое неизвестное – сдвиг времени приемника.
14. Уход и флуктуации тактовой частоты генератора передатчика, релятивистские эффекты.
15. Поправки для расчета ухода частоты генератора передаются в навигационном сообщении системы в виде коэффициентов квадратичного полинома по времени.

16. Спутник движется со скоростью около 5 километров в час, и в соответствие со специальной теорией относительности часы на спутнике идут медленнее системного времени. В соответствии с общей теорией относительности ход часов на орбите спутника отличается от хода часов на поверхности Земли из-за разной гравитации.
17. Приход в приемник наряду с прямой радиоволной волн, отраженных от объектов окружающего ландшафта.
18. Конструированием антенн, уменьшающих прием «боковых» отражений – весьма сложная и плохо решаемая задача.
19. Нижняя (приблизительно до высоты 10 км) часть нейтральной атмосферы. При распространении радиоволн в газе их скорость незначительно меньше скорости света в вакууме.
20. Скорость распространения радиоволн в нейтральном газе не зависит от частоты, то есть тропосфера не является диспергирующей средой.
21. Используются модели тропосферы – количественные описания дополнительного запаздывания в тех или иных условиях.
22. Вертикальная добавка составляет величину около 2.4 метра.
23. Ионизованная часть верхней атмосферы Земли.
24. Полным электронным содержанием.
25. Количество свободных электронов ионосферной плазмы, приходящееся на столб единичной площади, соединяющий передатчик и приемник?
26. В единицах TECU. 1 TECU составляет 10^{16} м⁻².
27. Да.
28. Единицы – десятки метров.
29. Географическое положение приемника, время суток, сезон года, уровень солнечной активности.
30. Использованием математических моделей ПЭС.
31. 5 нс.
32. От взаимного расположения навигационных спутников.
33. На контрольной станции с известными координатами антенны в реальном времени измеряются ошибки определения координат. Ошибки транслируются потребителям в близлежащем регионе. Вычет передаваемых ошибок из координат, определяемых потребителям существенно повышает точность позиционирования.
34. Порядка метров.
35. 32 и 24, соответственно.
36. Около 1.6 ГГц.
37. Кодовое разделение и частотное разделение, соответственно.
38. Наклонное полное электронное содержание в ионосфере.
39. Эффекты землетрясений в ионосфере, реакцию ионосферы на солнечные затмения.
40. Псевдодальности, фазы несущей для каждого из наблюдаемых в данный момент спутников. Опционально соотношение сигнал/шум.
41. Эфемериды – исходные данные для расчетов положения спутника.
42. До 2001 США искусственно вводили в сигналы GPS помеху, снижающую точность позиционирования при работе не привилегированных пользователей. В настоящее время режим селективного доступа не задействован.

43. КОМПАСС – КНР, ГАЛИЛЕО – Европа.
44. Интерфейсный контрольный документ (ICD, ИКД) GPS (ГЛОНАСС)?
45. Нет. Имеется в свободном доступе, в том числе, в интернете.
46. Global Ionosphere Maps – глобальные карты ионосферы. Эмпирические данные о распределении по поверхности Земли вертикального полного электронного содержания.
47. IONEX-файлы содержат данные о ПЭС по равномерной географической сетке (широта и долгота) в течение суток с временным шагом в 2 часа.

Приложение 2. Пример экзаменационного билета и вопросы к экзамену



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования

«Иркутский государственный
университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)

Физический
(название факультета (института))

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета (директор института)

« _____ » _____ 20__ г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

экзамена по дисциплине

«Обработка сигнала в системах спутниковой радионавигации»

1. Многолучевость.

Линия разреза-----

Перечень вопросов к экзамену:

1. Геометрические принципы позиционирования
2. Шкалы времен в спутниковых навигационных системах
3. Псевдодальность
4. Коррекция часов спутника
5. Исключение сдвига часов приемника
6. Многолучевость
7. Тропосферная задержка
8. Модели тропосферной задержки
9. Ионосферная задержка
10. Модели полного электронного содержания
11. Решение навигационной задачи
12. Двухчастотный режим
13. Дифференциальный режим
14. Характеристики навигационного приемника МНП М7
15. Информационное и программное обеспечение навигационных систем