

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Спутниковые системы и технологии позиционирования БЗ.Б.6

Направление подготовки: 120100.62 - Геодезия и дистанционное зондирование

Профиль подготовки: Космическая геодезия и навигация

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Загретдинов Р.В.

**Рецензент(ы):**

Комаров Р.В.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Бикмаев И. Ф.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 6158214

Казань

2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Загретдинов Р.В. Кафедра астрономии и космической геодезии Отделение астрофизики и космической геодезии, Renat.Zagretdinov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Формирование общекультурных и профессиональных компетенций в области глобальных и локальных спутниковых систем - национальной системы ГЛОНАСС, систем других стран, принципов их орбитального построения и функционирования, их практического применения для геодезического и навигационного позиционирования, современной электронной аппаратуры и технологий ее использования в различных областях экономики Российской Федерации.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.Б.6 Профессиональный" основной образовательной программы 120100.62 Геодезия и дистанционное зондирование и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Дисциплина входит в раздел "Б.3.Профессиональный цикл. Базовая (общепрофессиональная) часть" ФГОС ВПО по направлению подготовки "геодезия и дистанционное зондирование".

Данная учебная дисциплина должна изучаться параллельно с дисциплинами "Математические методы обработки и анализа пространственных данных на ЭВМ", "Космическая геодезия", "Геоинформационные системы и технологии".

Изучению дисциплины "Спутниковые системы и технологии позиционирования" должно предшествовать изучение таких дисциплин как, "Математика", "Физика", "Информатика", "Геодезия", "Теория математической обработки измерений", "Дистанционное зондирование и фотограмметрия".

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-14 (общекультурные компетенции)	способность понимать сущность и значение координатной и картографической информации получаемой, обрабатываемой, интерпретированной в процессе работы спутниковой аппаратуры и программно-математических средств, осознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОК-9 (общекультурные компетенции)	владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки массивов получаемой спутниковой информации, работой с компьютером как средством управления, анализа и обработки спутниковой информации
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	мение использовать нормативные правовые документы, регламентирующие проведение спутникового позиционирования, точностных и иных требований к выполнению различного рода работ

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность к обеспечению спутниковыми технологиями позиционирования и аппаратурой топографо-геодезических, аэрофотосъемочных, фотограмметрических, гравиметрических, геофизических работ, создания и обновления карт различных масштабов и назначения, в том числе навигационных (Федеральная целевая программа "Дороги России"), на территорию Российской Федерации или отдельных ее регионов и участков
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность к участию в Федеральных программах "ГЛОНАСС", "Транспорт России", по координатному обеспечению мониторинга пространственных деформаций инженерных сооружений - атомных, тепловых и гидро - электростанций, плотин, мостов, хранилищ ядерных отходов, работ по высокоточному позиционированию нефти и газо проводов, линий электропередач, обеспечения работ на шельфовой зоне, в том числе по прокладке нефти и газо проводов по дну, оптоволоконных линий связи. (ПК-1); - способность к полевым и камеральным работам с использованием спутникового оборудования, по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, локальных и сетей специального назначения
ПК-30 (профессиональные компетенции)	способность к созданию трехмерных моделей физической поверхности Земли и крупных инженерных сооружений
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способность к обобщению поставленных задач и целей по координатному обеспечению, анализу, восприятию и интерпретации измерительной информации, получаемой в процессе работы высокотехнологичной спутниковой аппаратуры и программно-математического обеспечения, оптимизации путей решения по выбору спутниковых технологий позиционирования и снижения затрат на выполнение работ
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	умение использовать нормативные правовые документы, регламентирующие проведение спутникового позиционирования, точностных и иных требований к выполнению различного рода работ
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, систему специальных знаний о глобальных спутниковых группировках (ГНСС), при работе со спутниковыми системами позиционирования (ГЛОНАСС, GPS, GALILEO, COMPAS?), системами дифференциального контроля и мониторинга (СДКМ, SBAS), высокотехнологичной спутниковой аппаратурой, применять методы математического анализа массивов спутниковой и координатной информации, моделирования, теоретического и экспериментального исследования технологий позиционирования
ОПК-5 (профессиональные компетенции)	способность работать с информацией в компьютерных сетях (ОПК-3); - способность участвовать в работе над инновационными высокотехнологичными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-11 (профессиональные компетенции)	способность к работе со спутниковой аппаратурой, технологиями позиционирования и программно-математическими средствами по координатному обеспечению создания и обновления инфраструктуры национальной базы пространственных данных, региональных, муниципальных и отраслевых информационных баз различных отраслей экономики Российской Федерации, цифровых моделей местности
ПК-19 (профессиональные компетенции)	компетенции в организационно-управленческой деятельности: - готовность к реализации мероприятий по повышению эффективности использования спутниковой аппаратуры и методов позиционирования, направленных на снижение трудоемкости, затрат и повышению производительности труда
ПК-20 (профессиональные компетенции)	готовность осуществлять контроль полученных спутниковых измерений
ПК-20 (профессиональные компетенции)	способность к проведению метрологической аттестации спутникового, оборудования
ПК-21 (профессиональные компетенции)	готовность осуществлять контроль полученных спутниковых измерений,
ПК-24 (профессиональные компетенции)	компетенции в научно-исследовательской деятельности: - способность к разработке современных методов, технологий и методик проведения работ по использованию спутниковых систем и технологий позиционирования в том числе, спутниковых геодезических сетей
ПК-25 (профессиональные компетенции)	способность к изучению динамики изменения поверхности Земли спутниковыми методами и средствами системы дистанционного контроля и мониторинга ГЛОНАСС (СДКМ)
ПК27 (профессиональные компетенции)	готовность к исследования новых спутниковых приборов , аппаратуры передачи дифференциальных поправок, программно-математического обеспечения, разработке новых алгоритмов
ПК-5 (профессиональные компетенции)	готовность к выполнению специализированных работ с использованием результатов функционирования спутниковых систем, аппаратуры и технологий позиционирования, при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных объектов разного назначения (включая объекты континентального шельфа, транспортной инфраструктуры, нефте- и газодобычи и т.д.)
ПК-6 (профессиональные компетенции)	готовность к работам по координатному обеспечению спутниковыми методами и аппаратурой кадастра территорий и землеустройства, при создании координатной основы кадастровых карт и планов, других графических материалов
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способность применять средства вычислительной техники и программно-математических средств для математической обработки результатов полевых спутниковых измерений

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-8 (профессиональные компетенции)	способность к тестированию, исследованию, поверкам и эксплуатации геодезической спутниковой аппаратуры различных систем

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- принципы построения и функционирования спутниковых систем, национальной системы ГЛОНАСС;
- системы координат и времени используемые в современных и перспективных спутниковых системах;
- принципы кодовых и фазовых измерений, состав и структуру навигационного сообщения;
- принципы построения и функционирования многосистемной спутниковой аппаратуры;
- факторы влияющие на точность определения координат спутниковыми методами позиционирования;
- задачи решаемые спутниковыми методами позиционирования;
- методы и технологии, применяемые при производстве работ с помощью геодезической спутниковой аппаратуры, типы современной аппаратуры;
- способы математической обработки и оценки результатов спутниковых измерений.

2. должен уметь:

- выполнять установку, включение, тестирование аппаратуры, производить выбор точек для базовых станций, планировать и оптимизировать процесс съемки с подвижными приемниками, в зависимости от выполняемых задач, работать с массивами координатной информации с соответствии с требованиями;
- работать в режимах статика, псевдокинематка, кинематика с современной многосистемной спутниковой (ГЛОНАСС-GPS- GALILEO- ) аппаратурой, с опциями дифференциальных подсистем (СДКМ, SBAS);
- выполнять различные виды съемок с использованием спутниковой аппаратуры позиционирования;
- обрабатывать результаты спутниковых определений с использованием современных программно-математических средств;
- использовать спутниковую аппаратуру позиционирования для решения широкого спектра задач координатного обеспечения различных отраслей экономики страны.

3. должен владеть:

- методиками применения спутниковой аппаратуры и технологий позиционирования для решения широкого спектра задач геодезии, картографии и навигации и
- способами обработки результатов с использованием новейшего программно-математического обеспечения;
- методами построения и использования спутниковых референцных сетей для решения задач координатного обеспечения геодезии картографии, пространственного позиционирования;
- методиками проведения метрологической аттестации спутникового оборудования, контролем полученных спутниковых измерений.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- способность к полевым и камеральным работам с использованием спутникового оборудования, по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, локальных и сетей специального назначения;

- готовность к выполнению специализированных работ с использованием результатов функционирования спутниковых систем, аппаратуры и технологий позиционирования, при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных объектов разного назначения (включая объекты континентального шельфа, транспортной инфраструктуры, нефте- и газодобычи и т.д.);
- готовность к работам по координатному обеспечению спутниковыми методами и аппаратурой кадастра территорий и землеустройства, при создании координатной основы кадастровых карт и планов, других графических материалов;
- способность применять средства вычислительной техники и программно-математических средств для математической обработки результатов полевых спутниковых измерений;
- способность к тестированию, исследованию, поверкам и эксплуатации геодезической спутниковой аппаратуры различных систем;
- готовность к реализации мероприятий по повышению эффективности использования спутниковой аппаратуры и методов позиционирования, направленных на снижение трудоемкости, затрат и повышению производительности труда;
- способность к проведению метрологической аттестации спутникового, оборудования;
- способность к разработке современных методов, технологий и методик проведения работ по использованию спутниковых систем и технологий позиционирования в том числе, спутниковых геодезических сетей;
- способность к изучению динамики изменения поверхности Земли спутниковыми методами и средствами системы дистанционного контроля и мониторинга ГЛОНАСС (СДКМ);
- готовность к исследованию новых спутниковых приборов, аппаратуры передачи дифференциальных поправок, программно-математического обеспечения, разработке новых алгоритмов;
- способность к созданию трехмерных моделей физической поверхности Земли и крупных инженерных сооружений, систему специальных знаний об глобальных спутниковых группировках (ГНС), при работе со спутниковыми системами позиционирования (ГЛОНАСС, GPS, GALILEO, COMPAS), системами дифференциального контроля и мониторинга (СДКМ, SBAS), высокотехнологичной спутниковой аппаратурой, применять методы математического анализа массивов спутниковой и координатной информации, моделирования, теоретического и экспериментального исследования технологий позиционирования;
- способность работать с информацией компьютерных сетях;
- способность участвовать в работе над инновационными высокотехнологичными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности;
- способность к обобщению поставленных задач и целей по координатному обеспечению, анализу, восприятию и интерпретации измерительной информации, получаемой в процессе работы высокотехнологичной спутниковой аппаратуры и программно-математического обеспечения, оптимизации путей решения по выбору спутниковых технологий позиционирования и снижения затрат на выполнение работ;
- способность к работе со спутниковой аппаратурой, технологиями позиционирования и программно-математическими средствами по координатному обеспечению создания и обновления инфраструктуры национальной базы пространственных данных, региональных, муниципальных и отраслевых информационных баз различных отраслей экономики Российской Федерации, цифровых моделей местности;

#### **4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 4 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основные принципы построения глобальной спутниковой системы позиционирования (GPS)	4	1-2	4	0	4	дискуссия
2.	Тема 2. Космический сегмент, структура спутниковых сигналов	4	3-5	6	0	6	дискуссия
3.	Тема 3. Методы измерений и вычислений, используемые в спутниковых системах определения местоположения	4	6-8	6	0	6	дискуссия устный опрос
4.	Тема 4. Определение координат по кодовым и фазовым измерениям	4	9-10	4	0	4	дискуссия
5.	Тема 5. Системы спутникового дополнения СДКМ, WAAS, TGNOS	4	11-12	4	0	4	дискуссия
6.	Тема 6. Виды спутниковой аппаратуры - навигационная и геодезическая аппаратура.	4	13-14	4	0	4	устный опрос
7.	Тема 7. Методы пост-обработки и реального времени.	4	15-16	4	0	4	устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	экзамен
	Итого			32	0	32	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Основные принципы построения глобальной спутниковой системы позиционирования (GPS)

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

История развития, дальномерные и доплеровские системы, наземные радионавигационные системы, среднеорбитальные спутниковые системы радиодиапазона. Принципы построения и функционирования спутниковых, радионавигационных систем, орбитальные группировки, геометрия наблюдений, системы координат, эфемериды, системы контроля и координации шкал времени.

#### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Подготовка к планированию спутниковых измерений

### Тема 2. Космический сегмент, структура спутниковых сигналов

#### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Геометрия орбитальных группировок, принципы построения и организации работы наземных комплексов контроля, мониторинга и функционального взаимодействия. Состав установленной на спутнике аппаратуры, атомные стандарты частоты, структура сигналов, схема формирования сигналов, несущие колебания, P-код и C/A код, режим противодействия несанкционированному доступу (AS mode, Y-code). Модернизация и развитие спутниковых систем.

#### **лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Планирование спутниковых измерений

### Тема 3. Методы измерений и вычислений, используемые в спутниковых системах определения местоположения

#### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Кодовые и фазовые измерения, кодовые псевдодалности, фаза несущих колебаний, определение координат по кодовым псевдодалностям, структура навигационного сообщения, Уравнения связывающие измеряемые величины с координатами пунктов. Источники ошибок, влияющие на точность определения координат спутниковыми методами (ионосферные, тропосферные ошибки, многолучевость, ошибки спутниковых приемников, эфемеридные ошибки, ошибки шкал времени).

#### **лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Планирование спутниковых измерений - расчет оптимального времени проведения измерений

### Тема 4. Определение координат по кодовым и фазовым измерениям

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Определение координат по кодовым псевдодалностям. Соотношение между временем, частотой и фазой. Фаза несущих колебаний, компоненты моделей псевдодалностей и фазы несущей. Разности фаз - одинарные, двойные, тройные. Комбинации фазовых данных. Комбинация псевдодалностей и фазы. Определение координат пункта абсолютным методом по фазовым измерениям. Определение координат в дифференциальном методе по кодовым и фазовым измерениям.

#### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Подготовка ГНСС аппаратуры к геодезическим измерениям

### Тема 5. Системы спутникового дополнения СДКМ, WAAS, TGNOS

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Российская система дифференциальной коррекции и мониторинга ? СДКМ, назначение, принципы построения и функционирования. Международные зонные дифференциальные системы EGNOS, WAAS, MSAS, GAGAN. Региональные и локальные системы. Диапазоны применения, точности автономного позиционирования с использованием дифференциальных широкозонных систем. Связные спутниковые системы.

#### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Проведение статических ГНСС измерений

### Тема 6. Виды спутниковой аппаратуры - навигационная и геодезическая аппаратура.

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Виды спутниковой аппаратуры - навигационная и геодезическая аппаратура. Общая схема приемных устройств, радиочастотный блок, системы слежения, кодово-фазовые измерения, микропроцессоры, интерфейсы. Типы и классы точности спутниковой аппаратуры, многосистемная аппаратура. Одно-двух, трехчастотная аппаратура. Интегрированная картографо-геодезическая аппаратура. Спутниковые антенны.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Постобработка статических ГНСС измерений

**Тема 7. Методы пост-обработки и реального времени.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Методы пост-обработки и реального времени. Базовая и подвижная станции. Понятие о постоянно действующей, референцной станции. Статический метод, кинематический метод, применение режима ?промежуточных остановок?. Кинематические методы, кинематика в реальном времени (RTK) с использованием передачи дифференциальных поправок по каналам УКВ, GSM/GPRS. Работа в режимах RTK и LRK с приемом сигналов от сетей базовых станций. Использование статического метода при создании, обновлении и сгущении геодезических сетей. Метод быстрой статики и псевдостоатики при топографической и кадастровой съемки. Применение кинематических методов для создания и обновления ГИС, баз пространственных данных. . Организация работ на пункте. Передача данных с приемника на полевой контроллер (ПК). Этапы выполнения работ. Анализ и контроль полевых измерений. Способы создания отчетов и экспорта данных.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Итоговый отчет

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Основные принципы построения глобальной спутниковой системы позиционирования (GPS)	4	1-2	подготовка к дискуссии	4	дискуссия
2.	Тема 2. Космический сегмент, структура спутниковых сигналов	4	3-5	подготовка к дискуссии	6	дискуссия
3.	Тема 3. Методы измерений и вычислений, используемые в спутниковых системах определения местоположения	4	6-8	подготовка к дискуссии	2	дискуссия
				подготовка к устному опросу	4	устный опрос
4.	Тема 4. Определение координат по кодовым и фазовым измерениям	4	9-10	подготовка к дискуссии	6	дискуссия
5.	Тема 5. Системы спутникового дополнения СДКМ, WAAS, TGNOS	4	11-12	подготовка к дискуссии	6	дискуссия

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Виды спутниковой аппаратуры - навигационная и геодезическая аппаратура.	4	13-14	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
7.	Тема 7. Методы пост-обработки и реального времени.	4	15-16	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
	Итого				44	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются такие интерактивные формы обучения как обсуждение теоретических вопросов, проведение устных опросов и тестирование, самостоятельные измерения и их обработка.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Основные принципы построения глобальной спутниковой системы позиционирования (GPS)

дискуссия , примерные вопросы:

История развития, дальноммерные и доплеровские системы, наземные радионавигационные системы, среднеорбитальные спутниковые системы радиодиапазона. Принципы построения и функционирования спутниковых, радионавигационных систем, орбитальные группировки, геометрия наблюдений, системы координат, эфемериды, системы контроля и координации шкал времени. (ОК-14)

### Тема 2. Космический сегмент, структура спутниковых сигналов

дискуссия , примерные вопросы:

Геометрия орбитальных группировок, принципы построения и организации работы наземных комплексов контроля, мониторинга и функционального взаимодействия. Состав установленной на спутнике аппаратуры, атомные стандарты частоты, структура сигналов, схема формирования сигналов, несущие колебания, P-код и C/A код, режим противодействия несанкционированному доступу (AS mode, Y-code). Модернизация и развитие спутниковых систем. (ОК-1, ОПК-2)

### Тема 3. Методы измерений и вычислений, используемые в спутниковых системах определения местоположения

дискуссия , примерные вопросы:

Кодовые и фазовые измерения, кодовые псевдодалности, фаза несущих колебаний, определение координат по кодовым псевдодалностям, структура навигационного сообщения, Уравнения связывающие измеряемые величины с координатами пунктов. (ПК-27)

устный опрос , примерные вопросы:

Источники ошибок, влияющие на точность определения координат спутниковыми методами (ионосферные, тропосферные ошибки, многолучевость, ошибки спутниковых приемников, эфемеридные ошибки, ошибки шкал времени). (ПК-27)

### Тема 4. Определение координат по кодовым и фазовым измерениям

дискуссия , примерные вопросы:

Определение координат по кодовым псевдодальностям. Соотношение между временем, частотой и фазой. Фаза несущих колебаний, компоненты моделей псевдодальностей и фазы несущей. Разности фаз - одинарные, двойные, тройные. Комбинации фазовых данных. Комбинация псевдодальностей и фазы. Определение координат пункта абсолютным методом по фазовым измерениям. Определение координат в дифференциальном методе по кодовым и фазовым измерениям. (ПК-5)

### **Тема 5. Системы спутникового дополнения СДКМ, WAAS, TGNOS**

дискуссия , примерные вопросы:

Российская система дифференциальной коррекции и мониторинга ? СДКМ, назначение, принципы построения и функционирования. Международные зонные дифференциальные системы EGNOS, WAAS, MSAS, GAGAN. Региональные и локальные системы. Диапазоны применения, точности автономного позиционирования с использованием дифференциальных широкозонных систем. Связные спутниковые системы. (ОПК-2)

### **Тема 6. Виды спутниковой аппаратуры - навигационная и геодезическая аппаратура.**

устный опрос , примерные вопросы:

Виды спутниковой аппаратуры - навигационная и геодезическая аппаратура. Общая схема приемных устройств, радиочастотный блок, системы слежения, кодово-фазовые измерения, микропроцессоры, интерфейсы. Типы и классы точности спутниковой аппаратуры, многосистемная аппаратура. Одно-двух, трехчастотная аппаратура. Интегрированная картографо-геодезическая аппаратура. Спутниковые антенны. (ПК-7)

### **Тема 7. Методы пост-обработки и реального времени.**

устный опрос , примерные вопросы:

Методы пост-обработки и реального времени. Базовая и подвижная станции. Понятие о постоянно действующей, референцной станции. Статический метод, кинематический метод, применение режима ?промежуточных остановок?. Кинематические методы, кинематика в реальном времени (RTK) с использованием передачи дифференциальных поправок по каналам УКВ, GSM/GPRS. Работа в режимах RTK и LRK с приемом сигналов от сетей базовых станций. Использование статического метода при создании, обновлении и сгущении геодезических сетей. Метод быстрой статики и псевдостатики при топографической и кадастровой съемки. Применение кинематических методов для создания и обновления ГИС, баз пространственных данных. . Организация работ на пункте. Передача данных с приемника на полевой контроллер (ПК). Этапы выполнения работ. Анализ и контроль полевых измерений. Способы создания отчетов и экспорта данных. (ПК-7, ПК-8)

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

Примерная тематика контрольных вопросов

1. Современные спутниковые системы, состояние, перспективы развития, модернизация.
2. Орбитальные группировки среднеорбитальных спутниковых систем.
3. Российская система ГЛОНАСС. Структура, принципы функционирования, современное состояние, перспективы.
4. Эфемеридное обеспечение функционирования глобальных среднеорбитальных спутниковых систем. Центры точных эфемерид. Влияние ошибок эфемерид на точность спутникового позиционирования.
5. Структура сигналов спутниковых систем.
6. Кодовые и фазовые измерения.
7. Системы временного обеспечения ГНСС. Влияние ошибок шкал времени на точность спутникового позиционирования.
8. Влияние ионосферы и тропосферы на точность спутниковых определений. Атмосферные модели. Учет ошибок за неточное знание атмосферных моделей.
9. Системы дифференциальных коррекций.

10. Российская Система Дифференциальных Коррекций и Мониторинга (CLRV)/ Принципы функционирования, области применения.
11. Европейская широкозонная система дифференциальных коррекций EGNOS.
12. Американская широкозонная система дифференциальных коррекций WAAS.
13. Абсолютные определения координат спутниковыми методами.
14. Относительные определения координат спутниковыми методами.
15. Способы передачи дифференциальных коррекций UHF, GSM/GPRS, через геостационарные спутники.
16. Статика и псевдостатика - принципа использования, области применения.
17. Кинематический метод (RTK) - принципы работы, области применения.
18. Принципы организации и функционирования сетей референчных станций. Примеры существующих сетей. Сетевые решения.
19. Форматы передачи данных в референчных сетях.
20. Виртуальные базовые станции.

### 7.1. Основная литература:

Поклад, Геннадий Гаврилович. Геодезия : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 120300 - Землеустройство и земельный кадастр и специальностям: 120301 - Землеустройство, 120302 - Земельный кадастр, 120303 - Городской кадастр / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев ; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Воронеж. гос. аграр. ун-т им. К.Д. Глинки .? 2-е изд. ? Москва : Академический Проект, 2008 .? 589,[1] с. : ил., табл. ; 25 .? (Учебное пособие для вузов) (Gaudeamus) .? Библиогр.: с. 573-574 (27 назв.) .? Предм. указ.: с. 575-580 .? ISBN 978-5-8291-1012-3, 3000.

Современная концепция геодезического обеспечения РФ и создание опорных геодезических сетей с помощью глобальных навигационных спутниковых систем: учебно-методическое пособие / И.Ю.Белов, Р.В.Загретдинов, Р.А.Кашеев. - Казань: КФУ,2013. - 56с. (фонд кафедры 200 экз.)

Генике, Аркадий Александрович. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии / А. А. Генике, Г. Г. Побединский. Изд. 2-е , перераб. и доп.. М.: Картгеоцентр, 2004. 350, [1] с.: ил..?Библиогр.: с. 343-347.?ISBN 5-86066-063

Тяпкин, В. Н. Методы определения навигационных параметров подвижных средств с использованием спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС [Электронный ресурс] : монография / В. Н. Тяпкин, Е. Н. Гарин. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 260 с. - ISBN 978-5-7638-2639-5. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=442662>

### 7.2. Дополнительная литература:

Бельтов А. Г. Технологии мобильной связи: услуги и сервисы / А.Г. Бельтов, И.Ю. Жуков, Д.М. Михайлов, А.В. Стариковский. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 206 с.: 60x88 1/16. - (Просто, кратко, быстро). (обложка) ISBN 978-5-16-004889-5, 300 экз. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=371449>

Максимов Н. В. Информационные технологии в профессиональной деятельности: учебное пособие / Н.В. Максимов, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. - М.: Форум, 2010. - 496 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-91134-399-6, 2000 экз. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=180612>

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/catalog.php?bookinfo=492976>

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

Журнал GPSWorld - [www.gpsworld.com](http://www.gpsworld.com)

Информационно-аналитический центр ГЛОНАСС - <http://glonass-iac.ru/>

Описание системы GPS - [www.gpg.gov](http://www.gpg.gov)

сайт ресурсов МИИГАИК - [www.miigaik.openet.r](http://www.miigaik.openet.r)

Сайт фирмы Тримбл - [www.trimble.com](http://www.trimble.com)

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Спутниковые системы и технологии позиционирования" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебные лаборатории спутниковых методов оборудованные спутниковой аппаратурой различных классов и типов, базовые станции для проведения занятий, программные средства для обработки результатов учебных измерений, учебный вычислительный центр, оргтехника, доступ к сети Интернет (со время самостоятельной подготовки).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 120100.62 "Геодезия и дистанционное зондирование" и профилю подготовки Космическая геодезия и навигация .

Автор(ы):

Загретдинов Р.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Комаров Р.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.