

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет географический
Кафедра геоинформатики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор


«29» июл. 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.16 ОСНОВЫ СПУТНИКОВОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Направление подготовки	<i>05.03.03 Картография и геоинформатика</i> (код и наименование направления подготовки)
Направленность (профиль)	<i>Геоинформатика</i> (наименование направленности (профиля))
Программа подготовки	<i>Прикладная</i> (академическая /прикладная)
Форма обучения	<i>Очная</i>
Квалификация (степень) выпускника	<i>Бакалавр</i>

Краснодар 2015

Рабочая программа дисциплины Б1.Б.16 «Основы спутникового позиционирования» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки (профиль) 05.03.03 – Картография и геоинформатика (прикладной бакалавриат) _____
код и наименование направления подготовки (профиля)

Программу составил Липилин Д.А.



Заведующий кафедрой (разработчик)
Погорелов А.В.



« 24 » 04 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей)
геоинформатики _____

« 24 » 04 2015 г. протокол № 8
Заведующий кафедрой (выпускающей)
Погорелов А.В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета
13.05 2015 г. протокол № 05-15 .

Председатель УМК факультета
Погорелов А.В.



Эксперт (ы):

1. Кузнецов К.В., к.г.н., ведущий геоинформатик ООО «Гискарт».
2. Брусило В.А., к.г.н., директор по аэрогеодезическим работам ООО «Аэрогеоматика».

Содержание

1 Цели и задачи изучения дисциплины	3
1.1 Цель дисциплины.....	4
1.2 Задачи дисциплины.....	4
1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	4
1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Структура и содержание дисциплины	5
2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ	5
2.2 Структура дисциплины.....	6
2.3 Содержание разделов дисциплины.....	8
2.3.1 Занятия лекционного типа.....	8
2.3.2 Занятия семинарского типа	10
2.3.3 Лабораторные занятия	13
2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)	13
2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)	13
3. Образовательные технологии	17
4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	17
4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации	17
4.2 Фонд оценочных средств для проведения итоговой аттестации	20
5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....	23
6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)	25
7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	26
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)	27
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	27

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Целями дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины «Основы спутникового позиционирования» являются изучение общих принципов устройства и работы глобальных спутниковых систем как одного из наиболее эффективных средств современных геодезических измерений и их применения в съемочных и кадастровых работах.

1.2 Задачи дисциплины:

1. Научить базовым знаниям о режимах работы GPS и ГЛОНАСС и методах измерений;
2. Научить теоретические основы определения координат и разностей координат наземных пунктов;
3. Дать знания о факторах, влияющих на точность измерений, и особенностями использования систем для геодезических целей;
4. Научить навыкам работы с приборами GPS и ГЛОНАСС.

Достижение поставленных задач предполагает широкое изучение как теоретических основ, так и практический опыт (полевых, геодезических) использования навигаторов, а также компьютерных программных средств и дополнительной научной литературы в ходе практических занятий и самостоятельной работы.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.Б.16 «Основы спутникового позиционирования» входит в состав базовых дисциплин и дает знания ключевых принципов построения и функционирования глобальных спутниковых систем GPS и ГЛОНАСС. Связана с модулем «Дистанционное зондирование в картографии» и дисциплиной «Космические методы картографирования».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение учебной дисциплины «Основы спутникового позиционирования» направлено на формирование у обучающихся следующих профессиональных компетенций:

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-11	способность работать с топографическими картами, геодезическим и другим полевым оборудованием в проектно-производственной деятельности; осуществлять сбор пространственных данных с помощью систем спутникового позиционирования	пространственно-временных систем отсчёта; принципы представления и описания фигуры Земли и её гравитационного поля; системы координат для решения картографо-геодезических задач; принципы, методы и средства построения и математической обработки современных практических реализаций координатных систем отсчёта и их отсчётных основ; общеземные и основные региональные системы отсчёта координат; использовать эти знания в ходе применения картографических и аэрокосмических методов в географических исследованиях..	элементов шарообразной и эллипсоидальной моделей Земли, географических координат на земном шаре и земном эллипсоиде; решать задачи по определению по географическим координатам плоских и пространственных прямоугольных координат, а по ним - географических координат и использовать эти навыки и теоретические знания на практике.	научно-практической деятельностью, в том числе, правильным применением координатных систем отсчёта при сборе, хранении и обработке пространственно-временной информации, методами решения геодезических задач на земном шаре.
2	ОПК-2	Владением базовыми знаниями в области информатики, геоинформатики и современных ГИС технологий: иметь навыки использования программных средств и работы в компьютерных сетях, уметь создавать БД и использовать ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), использовать геоинформационные технологии	Основы создания и эксплуатации информационных систем спутникового позиционирования, основные источники пространственных данных, классификацию приборов спутникового позиционирования и перспективы их расширения.	Различать информационные системы спутникового позиционирования по территориальному охвату, функциональным возможностям	Навыками работы с системами спутникового позиционирования, анализа информации и предоставляемой технической средствами позиционирования.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

2 зачетных единицы (72 часов, из них – 34 часов аудиторной нагрузки: лекционных 10 ч., практических 20 ч.; контролируемая самостоятельная работа – 4 ч.; промежуточная аттестация – 0,2 ч.; самостоятельной работы 37,8 ч.).

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице 1 (для студентов ОФО).

Таблица 1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Всего часов	4 семестр
Аудиторные занятия (всего)	34,2	34,2
В том числе:		
Занятия лекционного типа	10	10
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	20	20
Иная контактная работа:	4,2	4,2
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2
Контролируемая самостоятельная работа (КСР)	4	4
Самостоятельная работа (всего)	37,8	37,8
В том числе:		
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	37,8	37,8
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	зачет	зачет
Общая трудоемкость	час.	72
	зач. ед.	2

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре (для студентов ОФО)

№ п/п	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	КСР	
1	Введение. Физические основы электронной дальнометрии	5	2			2
2	Геометрические принципы позиционирования и системы координат	6	2			4
3	Беззапросный метод. Шкалы времени стандарты частоты	6	2			4
4	Структура глобальных спутниковых систем. Зоны радиовидимости. Режимы работы	8	2	2		4
5	Спутниковый сигнал	6		2		4
6	Кодовые измерения. Фазовые измерения	6		2		4
7	Интегральный доплеровский счет	8		4		4
8	Факторы, влияющие на точность	4				4
9	Задержка сигнала в атмосфере	8		4		4
10	Аппаратура пользователя и режимы наблюдений	15	2	6	4	3,8
	Всего	71,8	10	20	4	37,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение. Физические основы электронной дальнометрии	Спутниковые системы доплеровского типа (TRANSIT и др.), их недостатки. История создания глобальных спутниковых систем GPS и ГЛОНАСС. Общие принципы измерения расстояний при помощи электромагнитных волн. Основные методы дальнометрии. Временной метод. Лазерные спутниковые дальнометры. Фазовый метод с модуляцией излучения. Геодезические наземные фазовые дальнометры. Фазовый метод на несущей частоте. Геодезические интерферометры оптического диапазона. Геометрические принципы позиционирования	Устный опрос
2	Геометрические принципы позиционирования и системы координат	Общие сведения об определении местоположения. Линейная засечка на плоскости. Изолинии. Дальномерный метод. Разностно-дальномерный метод. Определение положения в пространстве. Особенности спутникового позиционирования. Системы координат при спутниковых измерениях..	Устный опрос
3	Беззапросный метод. Шкалы времени стандарты частоты	Беззапросный метод. Специфика измерений при однократном прохождении сигнала вдоль трассы. Роль синхронизации часов. Эталонные шкалы времени. Всемирное время и его модификации. Динамическое время. Атомное время. Квантовые стандарты частоты. Всемирное координированное время UTC. Системное время GPS и ГЛОНАСС. Связь системного времени со шкалой UTC.	Устный опрос
4	Структура глобальных спутниковых систем. Зоны радиовидимости. Режимы работы	Структура систем. Космический сектор. Основные характеристики созвездия спутников в GPS и ГЛОНАСС. Сектор управления и контроля. Сектор пользователя. Зоны радиовидимости, их определение. Навигационный и геодезический режимы работы систем, их	У,ПР

		принципиальное различие.	
5	Спутниковый сигнал	Структура спутникового сигнала. Загрузка сигнала информацией. Фазовая манипуляция несущих колебаний. Псевдослучайные последовательности. Дальномерные коды. Принцип построения генератора дальномерного кода. C/A-код, P-код, Y-код в системе GPS. Навигационное сообщение и его состав.	У,ПР
6	Кодовые измерения. Фазовые измерения	Корреляционная обработка сигнала при кодовых измерениях. Определение времени распространения и кодовых псевдодальностей. Принцип определения координат из кодовых измерений (абсолютный метод). Дифференциальный метод кодовых измерений. Сущность фазовых измерений на несущей частоте. Фазовые псевдодальности. Метод фазовых разностей с использованием двух приемников. Первые, вторые и третьи разности. Проблема разрешения многозначности. Фазовые измерения как основа относительного метода (геодезического режима). Принцип определения разностей координат пунктов и вектора базы. Восстановление несущей частоты в приемнике при фазовых измерениях.	У,ПР
7	Интегральный доплеровский счет	Эффект Доплера. Возможность определения радиальной скорости спутника по измерению доплеровского сдвига частоты. Счет периодов доплеровской частоты. Частота биений. Связь интеграла частоты биений с разностью расстояний от приемника до двух положений спутника. Использован	У,ПР
8	Факторы, влияющие на точность	Основные источники погрешностей: ошибки исходных данных, аппаратные искажения, влияние внешней среды. Неточность эфемерид спутника. Неопределенность фазового центра антенны приемника. Задержка сигнала в	У,

		атмосфере. Рефракционное удлинение траектории. Многопутность. Геометрический фактор и его составляющие.	
9	Задержка сигнала в атмосфере	Общие соотношения для задержки сигнала. Задержка в тропосфере. Использование моделей тропосферы. Задержка в ионосфере. Фазовая и групповая скорость. Ионосферные задержки при кодовых и фазовых измерениях. Определение интегральной электронной концентрации. Дисперсионный метод учета влияния ионосферы в двухчастотных приемниках.	У,ПР
10	Аппаратура пользователя и режимы наблюдений	Типы спутниковых приемников. Перспективные направления развития. Основные функции спутникового приемника. Режимы наблюдений: статика, быстрая статика, кинематика. Разновидности кинематических режимов. Кинематика в реальном времени (RTK). Планирование наблюдений.	У,ПР

2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение. Физические основы электронной дальнометрии	Спутниковые системы доплеровского типа (TRANSIT и др.), их недостатки. История создания глобальных спутниковых систем GPS и ГЛОНАСС. Общие принципы измерения расстояний при помощи электромагнитных волн. Основные методы дальнометрии. Временной метод. Лазерные спутниковые дальномеры. Фазовый метод с модуляцией излучения. Геодезические наземные фазовые дальномеры. Фазовый метод на несущей частоте. Геодезические интерферометры оптического диапазона. Геометрические принципы позиционирования	Устный опрос

2	Геометрические принципы позиционирования и системы координат	Общие сведения об определении местоположения. Линейная засечка на плоскости. Изолинии. Дальномерный метод. Разностно-дальномерный метод. Определение положения в пространстве. Особенности спутникового позиционирования. Системы координат при спутниковых измерениях..	Устный опрос
3	Беззапросный метод. Шкалы времени стандарты частоты	Беззапросный метод. Специфика измерений при однократном прохождении сигнала вдоль трассы. Роль синхронизации часов. Эталонные шкалы времени. Всемирное время и его модификации. Динамическое время. Атомное время. Квантовые стандарты частоты. Всемирное координированное время UTC. Системное время GPS и ГЛОНАСС. Связь системного времени со шкалой UTC.	Устный опрос
4	Структура глобальных спутниковых систем. Зоны радиовидимости. Режимы работы	Структура систем. Космический сектор. Основные характеристики созвездия спутников в GPS и ГЛОНАСС. Сектор управления и контроля. Сектор пользователя. Зоны радиовидимости, их определение. Навигационный и геодезический режимы работы систем, их принципиальное различие.	У,ПР
5	Спутниковый сигнал	Структура спутникового сигнала. Загрузка сигнала информацией. Фазовая манипуляция несущих колебаний. Псевдослучайные последовательности. Дальномерные коды. Принцип построения генератора дальномерного кода. C/A-код, P-код, Y-код в системе GPS. Навигационное сообщение и его состав.	У,ПР
6	Кодовые измерения. Фазовые измерения	Корреляционная обработка сигнала при кодовых измерениях. Определение времени распространения и кодовых псевдодальностей. Принцип определения координат из кодовых измерений (абсолютный метод). Дифференциальный метод кодовых измерений. Сущность фазовых измерений на несущей частоте. Фазовые	У,ПР

		псевдодальности. Метод фазовых разностей с использованием двух приемников. Первые, вторые и третьи разности. Проблема разрешения многозначности. Фазовые измерения как основа относительного метода (геодезического режима). Принцип определения разностей координат пунктов и вектора базы. Восстановление несущей частоты в приемнике при фазовых измерениях.	
7	Интегральный доплеровский счет	Эффект Допплера. Возможность определения радиальной скорости спутника по измерению доплеровского сдвига частоты. Счет периодов доплеровской частоты. Частота биений. Связь интеграла частоты биений с разностью расстояний от приемника до двух положений спутника. Использован	У, ПР
8	Факторы, влияющие на точность	Основные источники погрешностей: ошибки исходных данных, аппаратные искажения, влияние внешней среды. Неточность эфемерид спутника. Неопределенность фазового центра антенны приемника. Задержка сигнала в атмосфере. Рефракционное удлинение траектории. Многопутность. Геометрический фактор и его составляющие.	У,
9	Задержка сигнала в атмосфере	Общие соотношения для задержки сигнала. Задержка в тропосфере. Использование моделей тропосферы. Задержка в ионосфере. Фазовая и групповая скорость. Ионосферные задержки при кодовых и фазовых измерениях. Определение интегральной электронной концентрации. Дисперсионный метод учета влияния ионосферы в двухчастотных приемниках.	У, ПР

10	Аппаратура пользователя и режимы наблюдений	Типы спутниковых приемников. Перспективные направления развития. Основные функции спутникового приемника. Режимы наблюдений: статика, быстрая статика, кинематика. Разновидности кинематических режимов. Кинематика в реальном времени (RTK). Планирование наблюдений.	У, ПР
----	---	--	-------

Примечание: У – устный опрос
ПР – практическая работа

2.3.3 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия – не предусмотрены.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Введение. Физические основы электронной дальнометрии	Берлянт А.М., Картография [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по географическим и экологическим специальностям / А. М. Берлянт. - М. : АСПЕКТ ПРЕСС, 2001. - 336 с. : ил. - Библиогр.: с. 321-323. - ISBN 5756701427 : 85.00.
2	Геометрические принципы позиционирования и системы координат	Берлянт А.М., Картография [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по географическим и экологическим специальностям / А. М. Берлянт. - М. : АСПЕКТ ПРЕСС, 2001. - 336 с. : ил. - Библиогр.: с. 321-323. - ISBN 5756701427 : 85.00.
3	Беззапросный метод. Шкалы времени и стандарты частоты	Берлянт А.М., Картография [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по географическим и экологическим специальностям / А. М. Берлянт. - М. : АСПЕКТ ПРЕСС, 2001. - 336 с. : ил. - Библиогр.: с. 321-323. - ISBN 5756701427 : 85.00.

4	Структура глобальных спутниковых систем. Зоны радиовидимости. Режимы работы	Берлянт А.М., Картография [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по географическим и экологическим специальностям / А. М. Берлянт. - М. : АСПЕКТ ПРЕСС, 2001. - 336 с. : ил. - Библиогр.: с. 321-323. - ISBN 5756701427 : 85.00.
5	Спутниковый сигнал	Берлянт А.М., Картография [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по географическим и экологическим специальностям / А. М. Берлянт. - М. : АСПЕКТ ПРЕСС, 2001. - 336 с. : ил. - Библиогр.: с. 321-323. - ISBN 5756701427 : 85.00.
6	Кодовые измерения. Фазовые измерения	Берлянт А.М., Картография [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по географическим и экологическим специальностям / А. М. Берлянт. - М. : АСПЕКТ ПРЕСС, 2001. - 336 с. : ил. - Библиогр.: с. 321-323. - ISBN 5756701427 : 85.00.
7	Интегральный доплеровский счет	Берлянт А.М., Картография [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по географическим и экологическим специальностям / А. М. Берлянт. - М. : АСПЕКТ ПРЕСС, 2001. - 336 с. : ил. - Библиогр.: с. 321-323. - ISBN 5756701427 : 85.00.
8	Факторы, влияющие на точность	Берлянт А.М., Картография [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по географическим и экологическим специальностям / А. М. Берлянт. - М. : АСПЕКТ ПРЕСС, 2001. - 336 с. : ил. - Библиогр.: с. 321-323. - ISBN 5756701427 : 85.00.
9	Задержка сигнала в атмосфере	Берлянт А.М., Картография [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по географическим и экологическим специальностям / А. М. Берлянт. - М. : АСПЕКТ ПРЕСС, 2001. - 336 с. : ил. - Библиогр.: с. 321-323. - ISBN 5756701427 : 85.00.
10	Аппаратура пользователя и режимы наблюдений	Берлянт А.М., Картография [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по географическим и экологическим специальностям / А. М. Берлянт. - М. : АСПЕКТ ПРЕСС, 2001. - 336 с. : ил. - Библиогр.: с. 321-323. - ISBN 5756701427 : 85.00.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

Для реализации компетентного подхода предусматривается использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий (интерактивного геоинформационного моделирования территорий, оптимизация пространственных размещений объектов) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

В процессе преподавания дисциплин модуля «Основы спутникового позиционирования» применяются образовательные технологии лекционно-семинарско-зачетной системы обучения и развития критического мышления. При чтении курсов модуля применяются такие виды лекций, как вводная, обзорная, проблемная, лекция-презентация. Обязательны компьютерные практикумы по разделам (дисциплинам) модуля.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Тематика рефератов (докладов)

1. Цели создания глобальных спутниковых систем GPS и ГЛОНАСС.
2. Принципы измерения расстояний.
3. Системы координат, географические проекции.
4. Особенности спутникового позиционирования.
5. Шкалы времени и стандарты частоты.
6. Роль синхронизации часов.
7. Мировое время и его модификации.
8. Всемирное координированное время UTC.
9. Зоны радиовидимости, их определение.
10. Структура систем.
11. Космический сектор.
12. Сектор управления и контроля.
13. Сектор пользователя.
14. Зоны радиовидимости, их определение.
15. Структура спутникового сигнала.
16. Навигационное сообщение и его состав.
17. Определение времени распространения и кодовых псевдодальностей.
18. Дифференциальный метод кодовых измерений.
19. Фазовые измерения.
20. Факторы, влияющие на точность.
21. Задержка сигнала в атмосфере.
22. Аппаратура пользователя и режимы наблюдений.

- 23. Типы спутниковых приемников.
- 24. Режимы работы спутниковых приемников.
- 25. Планирование наблюдений.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

- 1. Спутниковые системы доплеровского типа (TRANSIT и др.), их недостатки. История создания глобальных спутниковых систем GPS и ГЛОНАСС.
- 2. Физические основы электронной дальнометрии. Общие принципы измерения расстояний при помощи электромагнитных волн.
 - 2.1. Основные методы дальнометрии. Временной метод. Лазерные спутниковые дальнометры.
 - 2.2. Фазовый метод с модуляцией излучения. Геодезические наземные фазовые дальнометры.
 - 2.3. Фазовый метод на несущей частоте. Геодезические интерферометры оптического диапазона.
- 3. Геометрические принципы позиционирования и системы координат
 - 3.1. Общие сведения об определении местоположения. Линейная засечка на плоскости. Изолинии. Дальномерный метод. Разностно-дальномерный метод.
 - 3.2. Определение положения в пространстве. Особенности спутникового позиционирования. Системы координат при спутниковых измерениях. Координатные системы WGS-84 и ПЗ-90.
- 4. Беззапросный метод. Шкалы времени и стандарты частоты
 - 4.1. Беззапросный метод. Специфика измерений при однократном прохождении сигнала вдоль трассы. Роль синхронизации часов.
 - 4.2. Эталонные шкалы времени. Всемирное время и его модификации. Динамическое время.
 - 4.3. Атомное время. Квантовые стандарты частоты. Всемирное координированное время UTC.
 - 4.4. Системное время GPS и ГЛОНАСС. Связь системного времени со шкалой UTC.
- 5. Структура глобальных спутниковых систем. Зоны радиовидимости. Режимы работы.
 - 5.1. Структура систем. Космический сектор. Основные характеристики созвездия спутников в GPS и ГЛОНАСС. Сектор управления и контроля. Сектор пользователя.
 - 5.2. Зоны радиовидимости, их определение.
 - 5.3. Навигационный и геодезический режимы работы систем, их принципиальное различие.
- 6. Спутниковый сигнал.

- 6.1. Структура спутникового сигнала. Загрузка сигнала информацией. Фазовая манипуляция несущих колебаний. Псевдослучайные последовательности.
- 6.2. Дальномерные коды. Принцип построения генератора дальномерного кода. C/A-код, P-код, Y-код в системе GPS.
- 6.3. Навигационное сообщение и его состав
- 7. Кодовые измерения.
 - 7.1. Корреляционная обработка сигнала при кодовых измерениях. Определение времени распространения и кодовых псевдодальностей.
 - 7.2. Принцип определения координат из кодовых измерений (абсолютный метод).
 - 7.3. Дифференциальный метод кодовых измерений.
- 8. Фазовые измерения
 - 8.1. Сущность фазовых измерений на несущей частоте. Фазовые псевдодальности.
 - 8.2. Метод фазовых разностей с использованием двух приемников. Первые, вторые и третьи разности. Проблема разрешения многозначности.
 - 8.3. Фазовые измерения как основа относительного метода (геодезического режима). Принцип определения разностей координат пунктов и вектора базы.
 - 8.4. Восстановление несущей частоты в приемнике при фазовых измерениях.
- 9. Интегральный доплеровский счет
 - 9.1. Эффект Доплера. Возможность определения радиальной скорости спутника по измерению доплеровского сдвига частоты.
 - 9.2. Счет периодов доплеровской частоты. Частота биений. Связь интеграла частоты биений с разностью расстояний от приемника до двух положений спутника.
 - 9.3. Использование интегрального доплеровского счета в спутниковых системах.
- 10. Факторы, влияющие на точность
 - 10.1. Основные источники погрешностей: ошибки исходных данных, аппаратные искажения, влияние внешней среды.
 - 10.2. Неточность эфемерид спутника. Неопределенность фазового центра антенны приемника. Задержка сигнала в атмосфере. Рефракционное удлинение траектории. Многопутность
 - 10.3. Геометрический фактор и его составляющие.
- 11. Задержка сигнала в атмосфере
 - 11.1. Общие соотношения для задержки сигнала.
 - 11.2. Задержка в тропосфере. Использование моделей тропосферы.
 - 11.3. Задержка в ионосфере. Фазовая и групповая скорость. Ионосферные задержки при кодовых и фазовых измерениях. Определение интегральной электронной концентрации. Дисперсионный метод учета влияния ионосферы в двухчастотных приемниках.
- 12. Аппаратура пользователя и режимы наблюдений.
 - 12.1. Типы спутниковых приемников. Перспективные направления развития. Основные функции спутникового приемника.

12.2. Режимы наблюдений: статика, быстрая статика, кинематика. Разновидности кинематических режимов. Кинематика в реальном времени (РТК). Планирование наблюдений.

Методические рекомендации для подготовки к зачету

Итоговым контролем уровня усвоения материала студентами является зачет. Зачет служит формой проверки качества выполнения студентами лабораторных работ, усвоению учебного материала практических и семинарских занятий. Для эффективной подготовки к зачету процесс изучения материала курса предполагает достаточно интенсивную работу не только на практических занятиях, но и с различными текстами, нормативными документами и информационными ресурсами.

Особое внимание надо обратить на то, что подготовка к зачету требует обращения не только к учебникам, но и к информации, содержащейся в СМИ, а также в Интернете.

Критерии оценки ответа студента на зачете

Зачет является формой итоговой оценки качества освоения студентом образовательной программы по дисциплине. По результатам зачета студенту выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Зачет проводится в форме устного опроса с предварительной подготовкой студента в течении 15 минут. Каждый вопрос из тем изученных на лекционных и практических занятиях, а также по вопросам тем для самостоятельной работы студентов. Экзаменатор вправе задавать дополнительные вопросы. Экзаменатор может проставить зачет без опроса и собеседования тем студентам, которые активно работали на практических (семинарских) занятиях.

Преподаватель принимает зачет только при наличии ведомости и надлежащим образом оформленной зачетной книжки. Результат зачета объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента. Если в процессе зачета студент использовал недопустимые дополнительные материалы (шпаргалки), то экзаменатор имеет право изъять шпаргалку и поставить оценку «незачтено».

При выставлении оценки экзаменатор учитывает знание фактического материала по программе, степень активности студента на семинарских занятиях, логику, структуру, стиль ответа культуру речи, манеру общения, готовность к дискуссии, аргументированность ответа, уровень самостоятельного мышления, наличие пропусков семинарских и лекционных занятий по неуважительным причинам.

Оценка «**зачтено**» ставится студенту, ответ которого содержит глубокое знание материала курса, знание концептуально-понятийного

аппарата всего курса, знание литературы по курсу или ответ которого демонстрирует знания материала по программе, содержит в целом правильное, но не всегда точное и аргументированное изложение материала.

Оценка «не зачтено» ставится студенту, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по программе, допустившему принципиальные ошибки при изложении материала, а также не давшему ответа на вопрос.

Методические указания и материалы по видам занятий

В процессе подготовки и проведения практических занятий студенты закрепляют полученные ранее теоретические знания, приобретают навыки их практического применения, опыт рациональной организации учебной работы, готовятся к сдаче зачета. Важной задачей является также развитие навыков самостоятельного изложения студентами своих мыслей по вопросам курса.

В начале семестра студенты получают сводную информацию о формах проведения занятий и формах контроля знаний.

Поскольку активность студента на практических занятиях является предметом внутрисеместрового контроля его продвижения в освоении курса, подготовка к таким занятиям требует от студента ответственного отношения.

При подготовке к занятию студенты в первую очередь должны использовать материал из соответствующих литературных источников. Самоконтроль качества подготовки к каждому занятию студенты осуществляют, проверяя свои знания и отвечая на вопросы для самопроверки по соответствующей теме.

Входной контроль осуществляется преподавателем в виде проверки и актуализации знаний студентов по соответствующей теме.

Выходной контроль осуществляется преподавателем проверкой качества и полноты выполнения задания.

Типовой план практических занятий:

1. Изложение преподавателем темы занятия, его целей и задач.
2. Выдача преподавателем задания студентам, необходимые пояснения.
3. Выполнение задания студентами под наблюдением преподавателя. Обсуждение результатов. Резюме преподавателя.
4. Общее подведение итогов занятия преподавателем и выдача домашнего задания.

Коллоквиум

Форма проверки и оценивания знаний учащихся в системе образования, представляет собой проводимый по инициативе преподавателя промежуточный контроль знаний по определенным разделам для оценки текущего уровня знаний студентов, а также для повышения знаний студентов.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Берлянт А.М., Картография [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по географическим и экологическим специальностям / А. М. Берлянт. - М. : АСПЕКТ ПРЕСС, 2001. - 336 с. : ил. - Библиогр.: с. 321-323. - ISBN 5756701427 : 85.00.

5.2 Дополнительная литература:

1 Серапинас Б.Б., Математическая картография [Текст] : учебник для студентов вузов / Б. Б. Серапинас. - М. : Академия, 2005. - 336 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). - Библиогр.: с. 328-329. - ISBN 5769521317.

2 Федотов Г.А., Инженерная геодезия [Текст] : учебник для студентов вузов / Г. А. Федотов. - Изд. 5-е, стер. - М. : Высшая школа, 2009. - 463 с. : ил. - ISBN 9785060061079.

3 Чекалин С. И., Основы картографии, топографии и инженерной геодезии [Текст] : учебное пособие для вузов / С. И. Чекалин ; Рос. гос. геологоразведочный ун-т им. Серго Орджоникидзе. - М. : Академический Проект, 2009. - 393 с. : ил. - (Gaudeamus) (Учебное пособие для вузов). - Библиогр. : с. 374-375. - ISBN 9785829111212 : 246.00.

4 Сулин, М.А. Кадастр недвижимости и мониторинг земель [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А. Сулин, Е.Н. Быкова, В.А. Павлова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96868>. — Загл. с экрана.

5 Курошев Г. Д., Геодезия и топография [Текст] : учебник для студентов вузов / Г. Д. Курошев, Л. Е. Смирнов. - 3-е изд., стер. - М. : Академия, 2009. - 174 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). - Библиогр. : с. 168. - ISBN 9785769564772 : 191.40 .

6 Вострокнутов, А. Л. Основы топографии : учебник для академического бакалавриата / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко ; под общ. ред. А. Л. Вострокнутова. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 185 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс. Модуль.). — ISBN 978-5-9916-9797-2. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/4628BB2E-7D89-43BA-8ED4-C6FE27B53FB3.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. www.geoprofi.ru / Журнал «Геопрофи»
2. www.gisa.ru / ГИС Ассоциация

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе выполнения практических работ студенты закрепляют полученные на лекциях теоретические знания, приобретают навыки их практического применения, готовятся к итоговой аттестации. Важным аспектом является также привитие навыков самостоятельной организации работы и выполнения поставленных задач при выполнении практических работ.

Контроль выполнения в полном объеме и в надлежащем качестве практических заданий позволяет оценить активность работы студента в течение семестра, а также совершенствование его знаний в процессе изучения дисциплины. Кроме того, такой подход позволяет контролировать развитие исследовательских и практических навыков студента.

При подготовке к занятию студенты в первую очередь должны использовать материал лекций и соответствующих литературных источников.

В начале практических занятий студенты получают общую информацию о формах проведения занятий и формах контроля знаний. Одновременно студентам предоставляется список тем практических заданий, а также тематика рефератов.

Контроль качества подготовки к каждому занятию осуществляется путем разнообразной проверки знаний, в частности, задавая вопросы по отдельным заданиям конкретных тем, представленным в практических работах.

Типовой план практических занятий выглядит следующим образом:

1. Изложение преподавателем темы занятия, его целей и задач.
2. Инструктаж по ходу выполнения отдельных частей задания.
3. Выполнение задания студентами под контролем преподавателя.

Обсуждение результатов. Резюме преподавателя.

Итоговый контроль по конкретной практической работе осуществляется преподавателем посредством проверки качества и полноты выполненного задания.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующими индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1. Перечень информационных технологий

Использование электронных презентаций при проведении занятий лекционного типа и лабораторных работ.

8.2. Перечень необходимого программного обеспечения

Для освоения учебной дисциплины «Математическо-картографическое моделирование» в процессе обучения будут использоваться следующие ПО современных информационно-коммуникационных технологий:

- Microsoft Office Word 2010;
- Microsoft Office Excel 2010 ;
- Microsoft Office PowerPoint 2010;
- Esri ArcGIS 9 Desktop;
- Google Earth Pro.

8.3. Перечень необходимых информационных справочных систем

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронным библиотечным системам:

1. Электронная библиотечная система издательства «Лань» (www.e.lanbook.com).
2. Электронная библиотечная система «Университетская Библиотека онлайн» (www.biblioclub.ru).
3. Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» (www.znanium.com).
4. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)
5. Science Direct (Elsevir) (www.sciencedirect.com).
6. Scopus (www.scopus.com).
7. Единая интернет- библиотека лекций «Лекториум» (www.lektorium.tv).

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для проведения занятий по дисциплине, предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- лекционные аудитории, оснащенная мультимедийными проекторами с возможностью подключения к АЛ/1-Р1, маркерными досками для демонстрации учебного материала;
- демонстрационные материалы: географические карты, таблицы, фотографии, слайды, короткометражные видеофильмы, картосхемы, графики, диаграммы, меловые рисунки;

– аппаратное и программное обеспечение (и соответствующие методические материалы) для проведения лекционных и практических занятий по дисциплине (программные продукты пакета Microsoft, в том числе Microsoft PowerPoint).