

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Географический факультет

«Утверждено»
Декан географического факультета
член-корр. РАН С.А. Добролюбов



Согласовано
Учебно-методической комиссией
факультета

« 06 » декабря 2018 г.
протокол № 11

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Геодезические основы карт»

по направлению подготовки **05.03.03 «Картография и геоинформатика»**
уровня высшего образования бакалавриат
с присвоением квалификации «бакалавр»

Направленность (профиль): общий

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Картография и геоинформатика» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

© Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель – приобретение общих и специальных знаний о моделях Земли, её гравитационном поле, геодинамических процессах, небесных и земных координатных системах отсчёта.

Задачи освоения дисциплины: изучение геодезических методов, ориентированных на сбор, систематизацию, обработку и интерпретацию пространственно-позиционной информации на локальном, региональном и глобальном уровнях в интересах картографии, геоинформационного картографирования и аэрокосмических методов зондирования земной поверхности.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Геодезические основы карт» включена в базовую часть ООП, модуль «Основы картографии, геоинформатики и дистанционного зондирования». Дисциплина обязательная и изучается на 2-м курсе в 3-м семестре.

Дисциплина «Геодезические основы карт» требует знаний по топографии, математике и информатике. Служит фундаментом для курсов «Основы спутникового позиционирования» и «Математическая картография», необходима в качестве предшествующей для дисциплин модулей «Геоинформатика и геоинформационное картографирование», «Географическое картографирование», а также для учебной и преддипломной практик.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В соответствии с ОС МГУ и «Оценочными и методическими материалами формирования компетенций, оценивания уровня знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности у обучающихся и выпускников» освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций и получение следующих результатов обучения:

Способность использовать знания геодезических и математических основ карт, методов и технологий глобального позиционирования при создании картографических произведений и баз пространственных данных (ПК-6.Б, *формируется частично*)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: современные концепции и принципы формирования 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 в целях использования этих знаний в ходе применения картографических и аэрокосмических методов в географических исследованиях, при создании баз данных, при обработке материалов дистанционного зондирования и результатов глобального спутникового позиционирования.

Уметь: решать задачи по вычислению геометрических 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 и наоборот; использовать эти навыки и теоретические знания на практике, при составлении разных видов картографических произведений с применением геоинформационных технологий, при создании цифровых моделей Земли, сборе и обработке пространственных данных при помощи систем спутникового позиционирования.

Владеть: профессионально профилированными знаниями, умениями и навыками применения координатных систем отсчёта при сборе, хранении и обработке

пространственно-временной информации, решении геодезических задач на плоскости, земном шаре, земном эллипсоиде и в трёхмерном пространстве, в ходе решения задач теоретической и практической картографии и геоинформатики.

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы.

Общая аудиторная нагрузка – 54 часа, в т.ч. лекции – 18 часов, семинары – 36 часов.

Объем самостоятельной работы студентов – 54 академических часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	семестр	неделя	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа		СРС	
				лекции	семинары		
1	Введение. Системы отсчёта координат и времени	3	1-2	2	4	3	Устный опрос.
2	Определения координат и времени методами геодезической астрономии	3	3-4	2	4	3	Устный опрос.
3	Геометрические модели Земли (референц-поверхности). Их параметры, системы координат.	3	5-6	2	4	3	Тест, отчёт по практической работе.
4	Вычисления координат на сфере и на сфероиде	3	7-8	2	4	3	Тест, отчёт по практической работе
5	Теоретические основы плоских координат.	3	9-10	2	4	3	Тест, отчёт по практической работе
6	Пространственные координаты	3	11-12	2	4	3	Тест, отчёт по практической работе
7	Гравитационное поле. Связь координат. Системы счёта высот.	3	13-14	2	4	3	Тест, отчёт по практической работе.
8	Опорные геодезические сети.	3	15-16	2	4	3	Устный опрос.
9	Уравнивание геодезических сетей	3	17-18	2	4	3	Тест, отчёт по практической работе. Реферат
10	Промежуточная аттестация					27	Экзамен
	Итого		18	18	36	54	

5. Содержание дисциплины

Содержание лекций

Введение. Системы отсчёта координат и времени

Задачи и содержание курса. Его связь с картографическими дисциплинами. Небесные и земные координатные системы отсчета. Геоцентрические прямоугольные координаты в трёхмерном пространстве. Понятия геоцентра, прецессии, нутации,

движения земных полюсов, опорного полюса, опорного начального меридиана. Система географических координат.

Определения координат и времени методами геодезической астрономии

Небесная сфера, её главные точки и линии. Горизонтальная и экваториальные системы астрономических координат. Факторы, обуславливающие изменения координат небесных светил. Системы счета времени (звёздное и солнечное время, всемирное UT1, атомное TAI, координированное UTC, земное TT, координатное геоцентрическое TCG и барицентрическое TCB). Определение широты и поправки хронометра по наблюдениям пары звёзд. Параллактический треугольник на небесной сфере. Определения астрономических широт способом Талькотта. Определения астрономических азимутов по зенитному расстоянию и по часовому углу светила.

Геометрические модели Земли (референц-поверхности). Их параметры, системы координат.

Сфероидическая модель Земли. Основные референчные и общеземные эллипсоиды. Трёхосный эллипсоид. Эллипсоид вращения, его параметры и радиусы кривизны. Эллипсоидальные геодезические и геоцентрические координаты. Полярные координаты на эллипсоиде вращения - геодезический азимут, геодезическая линия. Нормальные и наклонные сечения эллипсоида вращения. Основные кривые на эллипсоиде. Радиус кривизны меридиана земного эллипсоида вращения. Радиус кривизны первого вертикала земного эллипсоида вращения. Средний радиус кривизны эллипсоида вращения. Радиус параллели земного эллипсоида вращения в функции геодезической, геоцентрической и приведенной широт. Длина дуги меридиана земного эллипсоида вращения, определение коротких и длинных дуг. Площадь сфероидической трапеции земного эллипсоида вращения. Радиус земного шара, эквивалентный эллипсоиду вращения по линейным размерам, площади поверхности и объему. Способы отображения эллипсоида на шар.

Вычисления координат на сфере и на сфероиде

Главные геодезические задачи. Точность их решения на шаре и на эллипсоиде. Вычисление координат на земной сфере: прямая задача. Вычисление координат на земной сфере: обратная задача. Решение главных геодезических задач на эллипсоиде способом Бесселя - исходные предпосылки и общие понятия. Решение на земном эллипсоиде главных геодезических задач по локсодромии.

Теоретические основы плоских координат

Выбор и применение плоских координат. Изометрические координаты. Практика применения координат Гаусса-Крюгера и UTM в картографо-геодезических работах. Вычисление плоских прямоугольных координат (Гаусса-Крюгера, UTM) по геодезическим широтам и долготам. Вычисление геодезических широт и долгот по плоским прямоугольным координатам (Гаусса-Крюгера, UTM). Пересчет координат Гаусса-Крюгера из зоны в зону. Взаимосвязь полярных координат в проекции Гаусса-Крюгера с полярными координатами на земном эллипсоиде.

Пространственные координаты

Пространственные геоцентрические прямоугольные координаты и их взаимосвязь с геодезическими широтами, долготами и высотами. Итеративные и неитеративные способы вычисления геодезических широт и высот по пространственным геоцентрическим прямоугольным координатам. Трансформирование пространственных прямоугольных координат из одной системы отсчета в другую.

Гравитационное поле. Связь координат. Системы счёта высот

Сила тяжести и её потенциал. Уровенные поверхности. Геоид. Квазигеоид. Способы определения высот квазигеоида. Понятие об измерениях силы тяжести.

Модель гравитационного поля Земли. Нормальная Земля. Гармонические коэффициенты. Фундаментальные геодезические постоянные. Аномалии силы тяжести и отклонения отвеса. Взаимосвязь геодезических и астрономических координат. Системы счета высот: ортометрическая высота и высота геоида. Системы счета высот: нормальная высота и аномалия высоты.

Опорные геодезические сети.

Методы построения геодезических сетей. Применение глобальных навигационных спутниковых систем [ГНСС] при развитии геодезических сетей. Виды геодезических сетей. Принципы закрепления пунктов. Геодезическая отсчётная основа РФ. Государственные геодезические сети России: ФАГС, ВГС, СГС-1. Государственные нивелирные сети России. Понятие о сути и применении в геодезических сетях радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой (РСДБ). Координатные системы СК-42, СК-95 и ГСК-2011. Гравиметрические сети России.

Уравнивание геодезических сетей

Принципы организации измерений в геодезических сетях. Погрешности и их характеристики. Вес измерения. Характеристики случайного вектора. Коррелятивный способ уравнивания измерений в геодезических сетях. Параметрический способ уравнивания измерений в геодезических сетях. Значение избыточных измерений. Геометрические условия в геодезических сетях.

План проведения семинаров

Семинар 1 (6 часов) – Длины дуг меридианов, параллелей, площади сфероидических трапеций

Цель и содержание: Линии меридианов и параллелей на шаре и на эллипсоиде формируют координатную географическую сетку. Изображение географической сетки в плоскости карты создает координатную картографическую сетку. Длины дуг меридианов, параллелей и ограниченные этими линиями площади трапеций являются важными величинами для построения и использования географических карт.

На карте Российской Федерации найти указанный преподавателем географический объект, умещающийся примерно на пяти листах топографической карты заданного масштаба.

Определить.

1. Широты B_1 , B_2 параллелей и долготы L_1 , L_2 меридианов, ограничивающих заданную территорию, и вычислить длины отрезков S_p параллелей между этими меридианами, длины дуг меридианов X_1 и X_2 от экватора до заданных параллелей и длину дуги меридиана S_m между этими параллелями, а также площадь P указанной сфероидической трапеции. Вычисления выполнить для *заданного эллипсоида*.
2. Номенклатуру упомянутых листов топографической карты заданного масштаба. Вычислить длины дуг параллелей, меридианов и площади трапеций листов этих карт, отнесенных к двум эллипсоидам, например, к эллипсоиду *Красовского* и эллипсоиду *ПЗ-90*. Сопоставить эти результаты.
3. Округлить до целых метров результаты вычисления длин дуг меридианов X_1 и X_2 . Вычислить по этим значениям широты B_1 и B_2 . Используя эти данные, оценить влияния погрешностей округления на точность вычисления широт.
4. По значениям широт B_1 и B_2 вычислить длины дуг меридианов для разных эллипсоидов, например, для эллипсоидов *WGS-84*, *ПЗ-90*, *Красовского*, *Кларка 1866 г.* и *Бесселя 1841 г.*
5. Для построения индивидуальных вариантов задания могут быть рекомендованы, например, следующие географические объекты и масштабы топографических карт:
 - р. Протва в районе г. Боровска - 1:100 000;

- р. Волга, ее дельта - 1:100 000 ... 1:1 000 000;
- р. Обь около г. Салехарда - 1:200 000, 1:500 000;
- р. Иртыш в районе г. Омска - 1:200 000;
- р. Лена около городов Якутска и Олекминска - 1:200 000;
- р. Амур в районе Хабаровска - 1:500 000;
- озеро Байкал - 1:500 000;
- остров Сахалин - 1:500 000;
- залив Хатангский - 1:500 000;
- Камчатка, Курильские острова - 1 000 000.

Материалы: Серапинас Б.Б. Электронный практикум «Геодезические основы карт»

Методические указания: Серапинас Б.Б. Практикум по геодезическим основам карт: Учебное пособие – М: Изд-во Географического ф-та МГУ, 2008

Отчетный материал: Результаты решения задачи в электронном практикуме

*Семинар 2 (6 часов) – **Отображение эллипсоида на шар***

Цель и содержание: Во многих случаях с целью упрощения решаемых задач эллипсоид или часть эллипсоида заменяют шаром. Такая замена особенно актуальна при мелкомасштабном картографировании. Кроме того, в математической картографии применяется способ двойного проектирования, когда эллипсоид сначала проектируется на шар, а после этого шар отображается в заданной проекции на плоскости.

При отображении эллипсоида на шар возникает задача выбора радиуса шара и способа перехода от геодезических широт B и долгот L к сферическим широтам φ и долготам λ . Обычно эллипсоид с шаром совмещают так, чтобы совпадали их центры, оси вращения и плоскости начальных меридианов. В этом случае плоскости экваторов и плоскости всех меридианов также совпадут, и долготы останутся неизменными: $\lambda = L$.

Преобразованию подлежат только широты. При этом их значения на полюсах и на экваторе остаются без изменений, и меняются тем сильнее, чем точки ближе к средним широтам.

Значения сферических широт и выбор радиуса шара определяются способом отображения эллипсоида на шар. В практикуме предусмотрено шесть способов проектирования (отображения) эллипсоида на шар.

Цель: На выбранном общеземном эллипсоиде (*GRS-80, WGS-84, ПЗ-90*) или на референц-эллипсоиде (*Красовского, Бесселя, Кларка* и др.) заданы точки долготы L и широт $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ$. *Необходимо решить* следующие задачи.

1. Перенести эти точки с эллипсоида на шар всеми, предусмотренными в практикуме, способами. С этой целью вычислить.

- Значения широт φ на шаре.
- Разности на шаре и эллипсоиде следующих длин дуг:
 - параллелей (ΔS_p),
 - меридианов (ΔX),
 - меридиональных частей (ΔD),
 - разности площадей трапеций, ограниченных экватором, параллелью широты B и меридианами:
 - с разностью долгот $dL = 1$ радиан (ΔF),
 - с разностью долгот $dL = 10^\circ$ (ΔP).
- Для каждого отображения определить масштаб карты, при котором разности ΔS_p и ΔX не превысят 1 мм.

2. Для вышеупомянутых точек эллипсоида и шара вычислить плоские прямоугольные координаты в трёх разных нормальных цилиндрических проекциях:

- равновеликой Ламберта,
- равнопромежуточной вдоль меридианов цилиндрической (*Plate Carree*),
- равноугольной Меркатора.

В расчетах полагать, что осевым является меридиан Гринвича, долгота $L_0 = 0$.

Материалы: Серапинас Б.Б. Электронный практикум «Геодезические основы карт»

Методические указания: Серапинас Б.Б. Практикум по геодезическим основам карт: Учебное пособие – М: Изд-во Географического ф-та МГУ, 2008

Отчетный материал: Результаты решения задачи в электронном практикуме

Семинар 3 (6 часов) – Главные геодезические задачи на эллипсоиде вращения

Цель и содержание: в геодезии главными называют прямую и обратную задачи. Обычно их решают, используя длины геодезических линий на эллипсоиде или ортодромий на шаре.

Прямая задача: заданы широта и долгота некоторой исходной точки, длина геодезической линии до другой определяемой точки и азимут на неё; по этим данным требуется найти широту и долготу определяемой точки, а также азимут с неё на исходную точку.

Обратная задача: заданы широты и долготы двух точек; требуется найти длину геодезической линии между этими точками, а также её прямой и обратный азимуты.

Геодезистами разработан ряд способов решения главных геодезических задач на эллипсоиде вращения. Обычно эти формулы довольно громоздки. Сложность формул зависит от требуемой точности определения широт, долгот, азимутов и длин линий между пунктами.

Цели: в заданной точке на территории Российской Федерации установлен пункт **GPS**, на котором ведутся высокоточные измерения.

- Определить от этого пункта расстояния до пяти ближайших непрерывно действующих **IGS**-станций Международной службы по геодинамике и найти азимуты направлений с заданного пункта на эти станции.
- Выяснить, имеются ли **IGS**-станции, которые можно было бы использовать в качестве базовых с целью определения с высокой точностью координат этого нового пункта.

Примечание. Для обработки **GPS**-измерений, выполняемых одновременно с двух станций, весьма удаленных друг от друга, существуют специальные вычислительные программы. Координаты **IGS** -станций можно найти в Интернете или воспользоваться данными таблицы Приложения к практикуму.

Материалы: Серапинас Б.Б. Электронный практикум «Геодезические основы карт»

Методические указания: Серапинас Б.Б. Практикум по геодезическим основам карт: Учебное пособие – М: Изд-во Географического ф-та МГУ, 2008

Отчетный материал: Результаты решения задачи в электронном практикуме

Семинар 4 (6 часов) – Прямоугольные координаты на плоскости

Цель и содержание: Предлагается решить следующие задачи.

1. Подготовить файлы исходных данных для вычисления:
 - плоских прямоугольных координат Гаусса-Крюгера по геодезическим координатам;
 - геодезических координат по прямоугольным координатам Гаусса-Крюгера.
2. По электронной карте подготовить файл исходных данных для вычисления:

- геодезических широт, долгот и высот по прямоугольным координатам *UTM*, отнесенным к эллипсоиду *WGS-84*;
- трансформирования этих широт, долгот и высот на эллипсоид Красовского в *СК-95*;
- вычисления по ним координат Гаусса-Крюгера в системе отсчета *СК-95*;
- перевычисления полученных координат Гаусса-Крюгера в ближайшую смежную зону.

2. Трансформировать координаты *UTM* в местную систему отсчета.

Материалы: Серапинас Б.Б. Электронный практикум «Геодезические основы карт»

Методические указания: Серапинас Б.Б. Практикум по геодезическим основам карт: Учебное пособие – М: Изд-во Географического ф-та МГУ, 2008

Отчетный материал: Результаты решения задачи в электронном практикуме

Семинар 5 (6 часов) – Системы отсчёта и пространственные прямоугольные координаты

Цель и содержание: Пространственные прямоугольные координаты имеют большое значение в связи с широким использованием спутниковых данных. Начало координат расположено в центре земного эллипсоида, ось *X* в плоскости начального меридиана долготы *L₀*, ось *Z* совмещена с осью вращения эллипсоида и направлена в Международное условное начало (МУН). При этом оси *X* и *Y* лежат в плоскости экватора. Если центр эллипсоида совмещен с центром масс Земли, а начальным меридианом является меридиан Гринвича, то имеет место Гринвичская геоцентрическая система координат. Если же центр эллипсоида смещен с центра масс Земли, то следует говорить о квазигеоцентрической системе координат. В настоящее время используются такие координаты в нескольких системах отсчета.

Цели:

Используя данные задания № 4:

- вычислить по широтам, долготам и высотам, отнесенным к эллипсоиду *WGS-84*, пространственные прямоугольные координаты;
- трансформировать пространственные прямоугольные координаты в систему отсчета *СК-95*;
- вычислить по пространственным прямоугольным координатам в системе отсчета *СК-95* широты, долготы и высоты, отнесенные к эллипсоиду Красовского.

Материалы: Серапинас Б.Б. Электронный практикум «Геодезические основы карт»

Методические указания: Серапинас Б.Б. Практикум по геодезическим основам карт: Учебное пособие – М: Изд-во Географического ф-та МГУ, 2008

Отчетный материал: Результаты решения задачи в электронном практикуме

Семинар 6 (6 часов) – Уравнивание нивелирной сети

Цель и содержание: Задача развития государственных геодезических сетей решается геодезическими службами. В картографической практике самостоятельно строят лишь небольшие сети. В современных условиях чаще всего это высотные и пространственные сети. Пространственные сети создаются при помощи спутниковых приемников глобальных систем позиционирования. К комплексу этих приборов прилагаются вычислительные программы, при помощи которых выполняется обработка измерений, в том числе и уравнивание пространственной сети. Поэтому в задании № 6 рассматривается только уравнивание небольших нивелирных сетей параметрическим и коррелятным способами.

Цель: уравнивать заданную нивелирную сеть параметрическим способом. Затем применить к этой сети коррелятный способ уравнивания. Сопоставить результаты.

Материалы: Серапинас Б.Б. Электронный практикум «Геодезические основы карт»

Методические указания: Серапинас Б.Б. Практикум по геодезическим основам карт: Учебное пособие – М: Изд-во Географического ф-та МГУ, 2008

Отчетный материал: Результаты решения задачи в электронном практикуме

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Самостоятельное изучение материалов, связанных с выбором и вычислениями геодезических основ карт, с использованием предлагаемой литературы. Самостоятельное изучение инструментария для решения задач в электронном практикуме.

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Примерные темы рефератов

1. Геоцентрические координатные системы.
2. Системы счёта ортометрических и нормальных высот.
3. Способы определения высот квазигеоида.
4. Задачи и проблемы развития единой общеземной система счёта высот.
5. Международная общеземная координатная система *ITRS*.
6. Общеземные координатные системы *WGS-84* и *ПЗ-90.02*.
7. Геодезическая отсчетная основа высот и плановых координат РФ.
8. Причины и источники изменений во времени координатных основ.
9. Современные методы построения координатной геодезической основы.
10. Метод радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой (РСДБ).
11. Методы трансформирования координат.

Примерный перечень вопросов для устного опроса

1. Какие эллипсоиды применяются в координатной системе *ITRS*?
2. На каких эллипсоидах основаны результаты позиционирования GPS и ГЛОНАСС?
3. Какие радиусы кривизны эллипсоида являются главными?
4. Как определяется длина дуги параллели эллипсоида вращения?
5. Как определяется дуга меридиана эллипсоида вращения от экватора до заданной параллели?
6. Как совмещают земной эллипсоид с шаром при его отображении на шар?
7. Перечислите способы отображения земного эллипсоида на шар?
8. Что определяется решением прямой геодезической задачи?
9. Что определяется решением обратной геодезической задачи?
10. При каких расстояниях между пунктами можно решать главные задачи способом Бесселя?
11. Почему для введения координат на плоскости применяют равноугольные проекции?
12. Чем отличается проекция UTM от проекции Гаусса-Крюгера?
13. Чему в UTM равна абсцисса в южном полушарии на пересечении осевого меридиана с экватором?
14. В какой проекции строились ранее, и в какой проекции строятся в настоящее время обзорно-топографические карты России миллионного масштаба?
15. В чем различие понятий «Координатная система отсчета (Reference system)» и «Система координат» (Coordinate System)?
16. Что такое геодезические даты (Datum, Geodetic datum)?
17. Охарактеризуйте геодезические сети России ДГС, КГС, ФАГС, ВГС и СГС-1.
18. Чем обеспечена высотная основа России?

19. Для решения каких задач предназначены координатные системы СК-95 и ПЗ-90.02?
 20. Что понимают под трансформированием координат?
 21. Какой основополагающий тезис лежит в основе теории и практики измерений?
 22. Что предполагают принципы избежания, обнаружения, исправления и допуска погрешностей?
 23. Как проявляются систематическая и случайная составляющие погрешности?
Что понимают под грубой ошибкой?
 24. Что понимают под «избыточными» измерениями? Каково их назначение?
 25. Чем отличается параметрический способ уравнивания от коррелятного способа?
- Примерные варианты тестов по теоретическому материалу (6 раз за семестр)*

Вопрос: «Что такое радиус кривизны первого вертикала?»

Варианты ответов:

- a) Радиус нормального сечения
- b) Радиус нормального сечения плоскостью, перпендикулярной плоскости меридиана
- c) Радиус сечения в плоскости, перпендикулярной экватору

Вопрос: «Как определяется сферическая широта при проектировании земного эллипсоида на шар по нормалям?»

Варианты ответов:

- a) Ставится условие равенства объемов эллипсоида и шара
- b) Сферическая широта приравнивается геодезической широте
- c) Сферическая широта приравнивается астрономической широте

8. Формы и содержание промежуточной аттестации

Устный экзамен.

При отсутствии у обучающегося отчета по одной или нескольким практическим работам на экзамене студенту предоставляется возможность выполнить весь объем учебной работы до ответа по экзаменационному билету в пределах нормативного времени, отведенного на прием устного экзамена (до 30 минут на одного обучающегося). При невыполнении указанного условия, учебный план считается невыполненным, обучающемуся выставляется оценка «неудовлетворительно».

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Координатные системы отсчёта и их составные части.
2. Международная общеземная координатная система ITRS.
3. Координатные системы, применяемые в Российской Федерации.
4. Системы координат, используемые в картографо-геодезических работах.
5. Исходные даты.
6. Земной эллипсоид вращения, его параметры и радиусы кривизны.
7. Радиус параллели земного эллипсоида вращения.
8. Радиус кривизны меридиана земного эллипсоида вращения.
9. Радиус кривизны первого вертикала земного эллипсоида вращения.
10. Средний радиус кривизны земного эллипсоида вращения.
11. Радиус шара, эквивалентного по линейным размерам, площади поверхности и объему эллипсоиду вращения.
12. Длина дуги меридиана земного эллипсоида вращения, определение коротких и длинных дуг.
13. Площадь сфероидической трапеции земного эллипсоида вращения.
14. Решение главных геодезических задач на земном шаре.
15. Изометрические координаты для земной сферы и земного эллипсоида вращения.

16. Плоские прямоугольные геодезические координаты. Условия выбора и практика их применения.
17. Пространственные прямоугольные координаты и их связь с геодезическими координатами
18. Прецессия, нутация, движение земных полюсов.
19. Системы счёта времени.
20. Сила тяжести Земли. Потенциал силы тяжести. Уровненные поверхности. Геоид.
21. Нормальная Земля - её сила тяжести и потенциал силы тяжести.
22. Фундаментальные геодезические постоянные.
23. Системы счёта высот в поле силы тяжести Земли.
24. Квасигеоид. Способы определения высот квазигеоида.
25. Спутниковые способы определения координат в геодезических сетях.
26. Применение глобальных навигационных спутниковых систем при развитии геодезических сетей.
27. Коррелятивный способ уравнивания измерений в геодезических сетях.
28. Параметрический способ уравнивания измерений в геодезических сетях.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО)

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Знания (виды оценочных средств: устные опросы, тестирование, реферат)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические задания)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: практические задания)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Голубев В.В. Геодезия. Теория математической обработки геодезических измерений: учебник для вузов. - М.: Изд-во МИИГАиК, 2016. - 422 с.: ил.
2. Серапинас Б.Б. Геодезические основы карт. Лекции по курсу. [Электронный ресурс] — М: Изд-во МГУ, 2014. Режим доступа:

http://www.geogr.msu.ru/cafedra/karta/materials/2_course/ (Дата обращения 30.04.17)

3. Нейман Ю.М., Сугаипова Л.С. Основы разномасштабной аппроксимации геопотенциала: монография. - М.: Изд-во МИИГАиК, 2016. - 218 с.: ил.

б) дополнительная литература:

1. Герасимов А.П. Спутниковые геодезические сети. – М.: ООО «Проспект». 2012. -176 с.
2. Герасимов А.П., Назаров В.Г. Местные системы координат. – М: ООО «Издательство «Проспект», 2010. – 64 с.
3. ГОСТ Р 51794-2008. Глобальные навигационные спутниковые системы. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек. - М.: Стандартиформ. 2009. -16 с.
4. ГОСТ Р 52 572–2006. Географические информационные системы. Координатная основа. Общие требования. – М.: Госстандарт России, ИПК Изд-во стандартов, 2006. -15 с.
5. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. -М.: Недра. 2004. -226 с.
6. Кафтан В.И. Системы координат и системы отсчета в геодезии, геоинформатике и навигации // Геопрофи. 2008, №3, с. 60-63.
7. Кафтан В.И. Системы координат и системы отсчета в геодезии, геоинформатике и навигации // Геопрофи. 2008, №4, с. 62-65.
8. Курошев Г.Д. Космическая геодезия и глобальные системы позиционирования. Учеб. пособие. –СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та. 2011. -182 с.
9. Куштин И.Ф. Геодезия. Учебно-практическое пособие. – М.: ПРИОР, 2001. –448 с.
10. Морозов В. П. Курс сфероидической геодезии. Изд. 2, перераб. и доп. М., Недра, 1979, 296 с.
11. Руководство пользователя по выполнению работ в системе координат 1995 года (СК-95). Издание официальное. – М.: ЦНИИГАиК, 2004. –138 с.
12. Серапинас Б.Б. Геодезические основы карт: Учебное пособие. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2001. -133 с.
13. Серапинас Б.Б. Практикум по геодезическим основам карт: Учебное пособие. – М.: Географический факультет МГУ, 2008. -146 с
14. Хаимов З. С. Основы высшей геодезии. Учебник для вузов/Под ред. М. М. Машимова.- М., Недра, 1984, с. 360 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Программное обеспечение:

ПО Серапинас Б.Б. Электронный практикум «Геодезические основы карт»

Интернет-ресурсы:

Законы России. Распоряжение Правительства РФ от 20.06.2007 N 797-Р об использовании уточненной версии Государственной геоцентрической системы координат “Параметры Земли 1990 года” (ПЗ-90.02). <http://poisk-zakona.ru/71775.html> (Дата обращения 30.04.17)

Международная служба вращения Земли и систем отсчета (International Earth Rotation and Reference Systems Service). <http://www.iers.org/> (Дата обращения 30.04.17)

Международная служба ГНСС (The International GNSS Service - IGS). <http://igs.jpl.nasa.gov/> (Дата обращения 30.04.17)

Международная отсчетная основа ITRF 2008. http://itrf.ensg.ign.fr/ITRF_solutions/2008/ (Дата обращения 30.04.17)

Национальная геодезическая съемка (National Geodetic Survey – NGS).

<http://www.ngs.noaa.gov/> (Дата обращения 30.04.17)

Природа России. Постановление Правительства РФ от 3 марта 2007 г. N 139 Об утверждении правил установления местных систем координат.

<http://www.priroda.ru/law/detail.php?ID=7543> (Дата обращения 30.04.17)

Федеральное космическое агентство, Информационно-аналитический центр.

<https://www.glonass-iac.ru/> (Дата обращения 30.04.17)

г) методические указания к практическим и/или творческим работам: варианты индивидуальных заданий и указания по их выполнению

Серапинас Б.Б. Практикум по геодезическим основам карт: Учебное пособие. – М.: Географический факультет МГУ, 2008. -146 с

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория с проектором для проведения лекций и семинаров. Компьютерный класс с доступом в Интернет. Программное обеспечение для проведения практических занятий и тестов по курсу «Геодезические основы карт».

11. Контролирующие материалы по дисциплине (ФОС)

Тесты контроля остаточных знаний по дисциплине

1. Какой эллипсоид используется в картографо-геодезических работах России?
2. Какая линия называется геодезической?
3. Какая теорема сферической тригонометрии используется при определении длины ортодромии между конечными точками при решении обратной геодезической задачи на сфере?»
 - а) Теорема синусов
 - б) Теорема котангенсов
 - в) Теорема косинусов
4. Что называют гауссовым сближением меридианов?
 - а) Угол между изображениями в проекции Гаусса-Крюгера любых двух меридианов
 - б) Угол между изображениями в проекции Гаусса-Крюгера текущего и осевого меридианов
 - в) Угол между изображениями в проекции Гаусса-Крюгера осевых меридианов соседних зон

Программа одобрена на заседании кафедры картографии и геоинформатики.

Зав. кафедрой



И.К. Лурье

Разработчик:

Нырцов

профессор

Максим

Валерьевич

МГУ имени М.В.Ломоносова,
географический факультет, кафедра
картографии и геоинформатики

Эксперт:

Аляутдинов

старший научный

Али

сотрудник

Раисович

МГУ имени М.В.Ломоносова,
географический факультет, кафедра
картографии и геоинформатики