

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

А.Л. Толстик

18.07.2016
Регистрационный № УД - 3688 /уч.

ВЫСШАЯ ГЕОДЕЗИЯ

Учебная программа
для специальностей

1-31 02 03 «Космоаэрокартография»
1-56 02 02 «Геоинформационные системы»

2016 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 02 03-2013 г.
и ОСВО 1-56 02 02-2015 г. учебных планов УВО G 31-149/уч.-2013 г.
и I 56-007/уч.-2015 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

В. П. Подшивалов, доктор технических наук профессор, профессор кафедры геодезии и картографии

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А. П. Присяжнюк – главный инженер топографо-геодезического республиканского унитарного предприятия “Белгеодезия” Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь

О. И. Киричок - кандидат технических наук доцент,
доцент кафедры геодезии и аэрокосмических геотехнологий БНТУ

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой геодезии и картографии Белорусского государственного университета (протокол № от 2016 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № от 2016 г.);

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Высшая геодезия» формирует теоретические основы профессиональных знаний в области создания и практического использования систем координат на территории государства. «Высшая геодезия» относится к государственному компоненту цикла специальных дисциплин.

Важное место занимают вопросы редуцирования измерений на координатные поверхности (поверхность земного эллипсоида и плоскость геодезической проекции), а также исследование различий геометрических и физических параметров нормальной и реальной Земли. Рассматриваются вопросы решения задач высшей геодезии с применением технологий, основанных на спутниковых системах позиционирования *NAVSTAR* (США) и *ГЛОНАСС* (РФ).

Рассмотрены параметры координатной поверхности – земного эллипсоида и связь между ними, системы координат, применяющиеся для решения задач высшей геодезии. В связи с развитием методов геодезии, основанных на спутниковых системах позиционирования, рассмотрены геоцентрические системы пространственных прямоугольных координат, а также их связь с эллипсоидальными координатами. Детально рассматриваются вопросы, связанные с изучением геометрии земного эллипсоида, классификация кривых на этой поверхности и решение задач по вычислению длин дуг меридианов и параллелей, а также размеров рамок трапеций топографических карт. Выводится система дифференциальных уравнений для геодезической линии эллипсоида и первый интеграл этой системы – уравнение Клеро, лежащие в основе решения самых различных геодезических задач.

Потому, что основным видом классических геодезических построений являются треугольники триангуляции или трилатерации, рассмотрены методы их решения с использованием теоремы Лежандра и способа аддитаментов, применяющиеся на производстве. Приводится обоснование условий, когда эти методы обеспечивают необходимую точность для решения как практических, так и научных задач геодезии.

Подробно рассмотрены методы решения главной геодезической задачи на поверхности земного эллипсоида как на малые расстояния, что широко используется при вычислениях в государственных геодезических построениях, созданных классическими методами, так и на любые (до 20 000 км) расстояния, что актуально в современных условиях при решении геодезических задач с использованием спутниковых технологий.

Изложена теория конформных отображений поверхностей и приводятся выводы основных формул для решения геодезических задач с применением наиболее распространенных в мире геодезических проекций в их классическом представлении. Также приведена общая теория описания класса проекций, наиболее подходящих для координатного описания объектов автоматизированных информационных технологий.

Рассмотрены основные методы установления параметров общего земного эллипсоида, включая современные, а также методы установления исходных геодезических дат государства на поверхности референц-эллипсоида.

В связи с бурным развитием и внедрением в геодезическую науку и практику современных измерительных технологий рассмотрены методы установления различных систем координат и связь между ними.

Связь с другими дисциплинами: Информационные технологии в картографии; Оформление карт и компьютерный дизайн; Технология картографического производства; Картография

Цель преподавания дисциплины: сформировать у будущего специалиста профессиональные знания в области создания картографо-геодезической основы геоинформационных систем, координатного описания картографических материалов в цифровом формате; привить навыки и умения по формированию и практическому использованию баз данных для решения задач геодезического обеспечения различных отраслей хозяйственной деятельности государства.

Задачи изучения дисциплины:

Студент должен освоить:

- основы геометрии и системы координат на поверхности земного эллипсоида;
- сущность главной геодезической задачи и методы ее решения на поверхности земного эллипсоида;
- основы теории конформных отображений для формирования геодезических проекций;
- теоретические основы формирования систем координат для ГИС.

Студент должен уметь:

- выполнять анализ методов установления систем координат на поверхности земного эллипсоида;
- решать малые сфероидические треугольники;
- решать главную геодезическую задачу на поверхности земного эллипсоида;
- решать задачи по отображению поверхности земного эллипсоида на плоскости геодезической проекции.

Студент должен владеть:

- понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины;
- навыками производства вычислений при решении геодезических задач;
- ЭВМ в геодезических вычислениях

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечить формирование у студентов ряда компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным выработать новые идеи (обладать креативностью).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-4. Владеть навыками здоровьесбережения.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.

СЛК-6. Уметь работать в команде.

СЛК-7. Уметь диалектически мыслить и аргументировать свою точку зрения анализировать факты и прогнозировать развитие событий.

ПК-1. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, законы и закономерности наук о Земле в профессиональной деятельности.

ПК-3. Владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.

ПК-8. Составлять аналитические обзоры литературы по теме исследований, анализировать информационные и картографо-геодезические данные по изучаемой проблеме, обосновывать целесообразность проведения научных исследований.

ПК-9. Составлять отчеты по научно-исследовательским работам, готовить научные доклады и статьи, сообщения, рефераты.

ПК-17. Самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности.

ПК-31. Анализировать работу по установленному заданию, оформлять отчеты, готовить материалы и информацию для руководства.

ПК-32. Готовить научные и учебно-методические доклады, материалы к мультимедийным презентациям на основе анализа информационных ресурсов, инновационных технологий, проектов и решений.

ПК-33. Пользоваться глобальными информационными ресурсами, уметь работать с электронными базами данных и учебно-справочной литературой

На дисциплину «Высшая геодезия» отводится всего 146 часов для специальности «Космоаэрокартография» и 142 часа для специальности «Геоинформационные системы». Для обеих специальностей общий объем аудиторных часов составляет 70 часов; из них 36 часов лекции, 34 часа – практические. Изучение дисциплины завершается в седьмом семестре экзаменом.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

I. ГЕОМЕТРИЯ ЗЕМНОГО ЭЛЛИПСОИДА. СИСТЕМЫ КООРДИНАТ.

1. 1 Введение. Предмет и задачи дисциплины.

Введение в высшую геодезию. Основные термины и определения. Краткий исторический обзор основных этапов развития методов высшей геодезии. Земной эллипсоид как математическая модель Земли, геоид как физическая модель Земли. Нормальная Земля.

Задачи, решаемые методами высшей геодезии. ГИС-технологии и их картографо-геодезическая составляющая.

1. 2. Системы координат высшей геодезии.

Координаты на меридианном эллипсе и связь между ними. Пространственные координаты. Связь пространственных прямоугольных координат с геодезическими широтами, долготами и высотами.

1. 3. Геометрия земного эллипсоида

Кривые на поверхности эллипсоида. Координатные линии.

Длина малой и большой дуги меридиана. Длина дуги параллели. Размеры сфероидических трапеций и размеры рамок трапеций топографических карт.

Меридиан и первый вертикал. Радиусы кривизны меридиана и первого вертикала. Радиус кривизны нормального сечения. Средний радиус кривизны.

Геодезические линии на поверхностях. Система дифференциальных уравнений геодезической линии на поверхности эллипсоида. Уравнение Клеро для геодезической линии.

1. 4. Решение сфероидических треугольников

Методы создания государственных геодезических сетей. Общие сведения о решении сфероидических треугольников. Условия замены сфероидического треугольника сферическим. Теорема Лежандра. Способ аддитаментов.

Порядок решения треугольников триангуляции и трилатерации. Способ Лежандра. Способ аддитаментов. Расчет точности вычислений.

II. ГЛАВНАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ЭЛЛИПСОИДА

2. 1. Главная геодезическая задача на поверхности эллипсоида

Сущность главной геодезической задачи на поверхности эллипсоида, пути и методы ее решения. О точности вычислений при решении главной геодезической задачи.

Разложение разностей широт, долгот и азимутов в ряды с начальными и средними аргументами.

Формирование алгоритмов решения прямой и обратной геодезических задач на основе формул со средними аргументами

2.2. Современные требования к решению главной геодезической задачи
Современные стандарты геодезических измерений. Основы методов решения главной геодезической задачи на любые расстояния. Метод Бесселя.

III. ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЕКЦИЙ ДЛЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

3. 1 Сущность задачи формирования систем координат на плоскости для ГИС.

Основные требования к системам координат ГИС. Библиотеки стандартных картографических проекций для координатного обеспечения ГИС. Их практическое использование.

3. 2. Основы теории взаимного отображения поверхностей.

Общие сведения из теории отображений поверхностей. Классификация отображений. Теория конформного отображения поверхностей. Численные характеристики отображений.

Аналитическая функция общего вида. Уравнения в частных производных для основных численных характеристик. Уравнения Коши-Римана.

3. 3. Проекция Гаусса-Крюгера

Формулы для определения взаимосвязи координат на плоскости проекции и на эллипсоиде. Формулы для вычисления частного масштаба длин, сближения меридианов.

Формулы для установления связи полярных координат на плоскости проекции и на поверхности эллипсоида.

3. 4. Основы формирования проекций для ГИС

Класс проекций для ГИС. Общий алгоритм описания. Характеристическое уравнение проекции из данного класса.

Критерий Чебышева-Граве о наилучших проекциях. Композиционные проекции.

Формирование изоколы, подходящей к контуру изображаемой территории. Управление частным масштабом длин внутри изображаемой территории.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

(для дневной формы обучения)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ВЫСШАЯ ГЕОДЕЗИЯ	36	34					Экзамен
1.	ГЕОМЕТРИЯ ЗЕМНОГО ЭЛЛИПСОИДА. СИСТЕМЫ КООРДИНАТ	12	8					Опрос, собеседование
1.1	Введение. Предмет и задачи дисциплины	2						Опрос, собеседование
1.2	Системы координат высшей геодезии	4	2					Проверка практических работ
1.3	Геометрия земного эллипсоида	4						Опрос, собеседование
1.4	Решение сфероидических треугольников	2	6					Проверка практических работ
2.	ГЛАВНАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ЭЛЛИПСОИДА	10	10					
2.1	Главная геодезическая задача на поверхности эллипсоида	8	10					Проверка практических работ
2.2	Современные требования к решению главной геодезической задачи	2						Опрос, собеседование
3.	ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЕКЦИЙ ДЛЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	14	10					Опрос, собеседование
3.1	Сущность задачи формирования систем координат на плоскости для ГИС.	2						Опрос, собеседование

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.2	Основы теории взаимного отображения поверхностей							
3.3	Проекция Гаусса-Крюгера	6	10					Проверка практических работ
3.4	Основы формирования проекций для ГИС	4						Опрос, собеседование

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Закатов, П.С. Курс высшей геодезии / П.С. Закатов. – М.: Недра, 1976. – 512 с.
2. Морозов, В.П. Курс сфероидической геодезии / В.П. Морозов. – М.: Недра, 1979. – 296 с.
3. Подшивалов В. П. Высшая геодезия. Сфероидическая геодезия. Теоретическая геодезия.: учебно-методический комплекс / Подшивалов В. П. – Новополоцк, ПГУ, 2010. 192 с.
4. Яковлев, Н.Б. Практикум по высшей геодезии (вычислительные работы): учебное пособие для вузов / Н.Б. Яковлев. – М.: Недра, 1982. – 368 с.

Дополнительная

1. Абламейко, С.В. Географические информационные системы. Создание цифровых карт / С.В. Абламейко, Г.П. Апарин, А.Н. Крючков. – Мн.: ИТК, 2000. – 276 с.
1. Бугаевский, Л.М. Математическая картография / Л.М. Бугаевский. – М.: Златоуст, 1998. – 400 с.
2. Генике, А.А. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии / А.А. Генике, Г.Г. Побединский. – М.: Картгеоцентр, 2004. – 352 с.
3. Подшивалов, В.П. Теоретические основы формирования координатной среды для геоинформационных систем: научное издание / В.П. Подшивалов. – Новополоцк: ПГУ, 1998. – 126 с.

Тематика практических занятий:

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1 «Длина дуги меридиана и параллели.
Размеры рамок трапеций топографических карт»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2 «Решение геодезических треугольников»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3 «Решение главной геодезической задачи на
поверхности земного эллипсоида»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4 «Решение задач проекции Гаусса-
Крюгера»

Перечень рекомендуемых средств диагностики

Оценка знаний студента производится по 10-и балльной шкале. Для оценки знаний и компетентности студентов используются критерии, утвержденные Министерством образования Республики Беларусь. Для контроля качества усвоения знаний используются следующие средства диагностики:

- устный опрос и собеседование на занятиях;
- практические работы;
- контролируемая самостоятельная работа студентов;
- защита выполненных на практических занятиях индивидуальных заданий;
- собеседование при проведении индивидуальных и групповых консультаций;
- сдача экзамена по дисциплине.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Информационные технологии в картографии	Кафедра геодезии и картографии	Нет	Изменений не требуется. Протокол № от .2016 г.
Картография	Кафедра геодезии и картографии	Нет	Изменений не требуется. Протокол № от .2016 г.
Оформление карт и компьютерный дизайн	Кафедра геодезии и картографии	Нет	Изменений не требуется. Протокол № от .2016 г.
Технология картографического производства	Кафедра геодезии и картографии	Нет	Изменений не требуется. Протокол № от .2016 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
на ____ / ____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 201_ г.)
(название кафедры)

Заведующий кафедрой

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)