

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе и  
образовательным инновациям

О.Г. Прохоренко

08 июля 2022 г.

Регистрационный № УД – 10962/уч.



**ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КАРТ**

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:

**1-56 80 01 Землеустройство, кадастры, геодезия и геоматика**

Профилизация: Геоматика

Минск, 2022

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-56 80 01-2019 от 04.10.2019 № 160, учебного плана УВО № I56-027/уч. от 11.04.2019 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

А.П.Романкевич – заведующий кафедрой геодезии и космоаэрокартографии факультета географии и геоинформатики УО Белорусский государственный университет, кандидат географических наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра геодезии и аэрокосмических геотехнологий, УО «Белорусский национальный технический университет»;

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой геодезии и космоаэрокартографии Белорусского государственного университета  
(протокол № 10 от 26.05.2022 г.)

Научно-методическим Советом Белорусского государственного университета  
(протокол № 6 от 29.06.2022 г.)

Заведующий кафедрой  
геодезии и космоаэрокартографии

  
А.П. Романкевич

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Геодезические основы карт» изучается студентами магистратуры на второй ступени высшего образования для специальности 1-56 80 01 Землеустройство, кадастры, геодезия и геоинформатика, успешно освоивших общенаучные и профессиональные дисциплины, касающиеся математики, топографии с основами геодезии, картографии, геоинформатики, математической картографии.

### **Цели и задачи учебной дисциплины**

**Цель** учебной дисциплины заключается в приобретении общих и специальных навыков и знаний о земных системах отсчета, системах координат и системах счёта времени, используемых в картографо-геодезических работах, современных методах определения координат, направленных на сбор, систематизацию и интерпретацию пространственных данных.

### **Задачи** учебной дисциплины:

- преподать теоретические знания о современных системах отсчета пространственных координат;
- изучить методы, направленные на сбор, систематизацию и обработку информации, связанной с инфраструктурой пространственных данных;
- углубить знания об истории создания и современном развитии опорных геодезических сетей.

Изучение учебной дисциплины предусматривает систематическую самостоятельную работу с рекомендуемой литературой и Internet-источниками, а также использование современных программных и технических средств при выполнении практических заданий.

**Место учебной дисциплины** в системе подготовки специалиста с высшим образованием (магистра).

Учебная дисциплина относится к **модулю** «Концептуальные основы пространственных данных» компонента учреждения высшего образования.

### **Связи** с другими учебными дисциплинами

Данная учебная дисциплина тесно связана со следующими дисциплинами: «Навигационная картография», «Картографическое моделирование на основе ГИС «Карта».

### **Требования к компетенциям**

Освоение учебной дисциплины «Геодезические основы карт» должно обеспечить формирование следующих компетенций:

#### ***специализированные компетенции:***

СК-1. Быть способным использовать знания о земных системах отсчета координат, высот и времени для создания карт в процессе научной и проектной деятельности;

#### ***универсальные компетенции:***

УК-1. Быть способным применять методы научного познания (анализ, сопоставление, систематизация, абстрагирование, моделирование, проверка достоверности данных, принятие решений и др.) в самостоятельной

исследовательской деятельности, генерировать и реализовывать инновационные идеи;

УК-2. Быть способным использовать современные информационные технологии и инновационные подходы, прикладные программные средства для осуществления научной, образовательной и профессиональной деятельности;

УК-3. Быть способным осуществлять педагогическую деятельность в учреждениях образования, осваивать и внедрять эффективные образовательные и информационно-коммуникационные технологии, педагогические инновации.

В результате освоения учебной дисциплины магистрант должен:

***знать:***

- основные концепции формирования пространственно-временных систем отсчёта координат и времени;
- методы и средства построения и математической обработки современных практических реализаций координатных систем отсчета и их отсчетных основ;
- теоретические основы, законодательную базу и современные технологии топографо-геодезических работ при создании и ведении картографических материалов.

***уметь:***

- выполнять определения по географическим координатам плоских и пространственных прямоугольных координат;
- использовать полученные знания в ходе применения картографических и аэрокосмических методов в исследованиях;

***владеть:***

- современными методами создания координатной отсчетной основы и геодезическими работами, направленными на сбор, систематизацию, обработку и интерпретацию пространственных данных;
- знаниями и умениями в области теоретической и практической картографии и геоинформатики в научно-практической деятельности.

### **Структура учебной дисциплины**

Дисциплина изучается в 1 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Геодезические основы карт» отведено:

– для очной формы получения высшего образования 2 степени – 96 часов, в том числе 48 аудиторных часов, из них: лекции – 10 часов, лекции в дистанционной форме - 6 часов, практические занятия – 16 часов, практические занятия в дистанционной форме - 16 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – зачет.

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## Раздел 1. Введение

### Тема 1.1. Геодезическая основа карт и ее развитие.

Системы координат, используемые в геодезии. Понятие об общеземных, национальных, местных и специальных системах координат.

### Тема 1.2. Основы сфероидальной геодезии.

Определение истинной фигуры Земли; понятие об эквипотенциальных поверхностях. Геоид, квазигеоид, эллипсоид вращения и референц-эллипсоиды. Виды и основные уравнения прямоугольной топоцентрической системы координат на эллипсоиде вращения.

## Раздел 2. Картографические проекции

**Тема 2.1. Математико-геодезическая основа топографических карт и планов.** Виды искажений, распознавание видов. Проекция Гаусса-Крюгера и Гаусса-Боага: получение и основные свойства.

**Тема 2.2. Номенклатура топографических карт и планов.** Разграфка отечественных обзорно-топографических и топографических карт и планов.

## Раздел 3. Опорные геодезические сети

### Тема 3.1. Методы построения геодезических сетей.

Астрономические методы. Традиционные наземные методы. Спутниковая триангуляция.

**Тема 3.2. История развития геодезических сетей на территории Республики Беларусь.** Государственные геодезические сети: плановая, высотная, гравиметрическая.

**Тема 3.3. Современная структура плановой государственной геодезической сети Республики Беларусь.**

## Раздел 4. Системы отсчета координат и времени

**Тема 4.1.** Международная общеземная система отсчета ITRS и ее отсчетная основа ITRF. Мировая геодезическая система WGS-84. Общеземная система «Параметры Земли» ПЗ-90.02 и космическая геодезическая сеть (КГС).

**Тема 4.2.** Государственные системы отсчета координат, применяемые на территории Республики Беларусь: СК-42, СК-63, СК-95.

## Раздел 5. Высоты земной поверхности

**Тема 5.1.** Эллипсоидальные, ортометрические, нормальные высоты.

**Тема 5.2.** Определение нормальных высот. Теория Молоденского. Государственная высотная сеть.

## Раздел 6. Современные гравиметрические модели земли

**Тема 6.1.** Государственная гравиметрическая сеть и необходимость её модернизации.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением электронных средств обучения (ДО)

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы   | Количество аудиторных часов |                       |                     |                      |      | Количество часов УСР | Форма контроля знаний                       |
|---------------------|--|-----------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|------|----------------------|---|
|                     |  | Лекции                      | Практические занятия  | Семинарские занятия | Лабораторные занятия | Иное |                      |   |
| 1                   | 2  | 3                           | 4                     | 5                   | 6                    | 7    | 8                    | 9   |
|                     | <b>Геодезические основы карт (48 ч.)</b>   | <b>10<br/>6 (ДО)</b>        | <b>16<br/>16 (ДО)</b> |                     |                      |      |                      | <b>зачет</b>                                |
| <b>1</b>            | <b>Введение.</b>   |                             |                       |                     |                      |      |                      |   |
| 1.1                 | Геодезическая основа карт и ее развитие.   | 1                           |                       |                     |                      |      |                      | Устный опрос                                |
| 1.2                 | Основы сфероидальной геодезии.   | 2                           |                       |                     |                      |      |                      | Устный опрос                                |
| <b>2.</b>           | <b>Картографические проекции</b>   |                             |                       |                     |                      |      |                      |   |
| 2.1.                | Математико-геодезическая основа топографических карт и планов.                         | 2 (ДО)                      |                       |                     |                      |      |                      | Устный опрос. Защита реферата (презентации) |
| 2.2.                | Номенклатура топографических карт и планов.  |                             | 4                     |                     |                      |      |                      | Отчет по практической работе                |
| <b>3.</b>           | <b>Опорные геодезические сети</b>  |                             |                       |                     |                      |      |                      |   |
| 3.1                 | Методы построения геодезических сетей.   | 2                           |                       |                     |                      |      |                      | Устный опрос                                |
| 3.2                 | История развития геодезических сетей на территории Республики Беларусь.                | 1                           |                       |                     |                      |      |                      | Устный опрос                                |
| 3.3                 | Современная структура плановой государственной геодезической сети Республики Беларусь. | 2                           |                       |                     |                      |      |                      | Устный опрос                                |

|           |  |        |             |  |  |  |  |
|-----------|--|--------|-------------|--|--|--|--|
| <b>4.</b> | <b>Системы отсчета координат и времени</b>   |        |             |  |  |  |  |
| 4.1       | Международная общеземная система отсчета ITRS и ее отсчетная основа ITRF. Мировая геодезическая система WGS-84. Общеземная система «Параметры Земли» ПЗ-90.02 и ее космическая геодезическая сеть КГС. | 2      | 4           |  |  |  | Устный опрос,<br>отчет по практической<br>работе |
| 4.2       | Государственные системы отсчета координат, применяемые на территории Республики Беларусь   |        | 8<br>8 (ДО) |  |  |  | Устный опрос,<br>Отчет по практической<br>работе |
| <b>5.</b> | <b>Высоты земной поверхности</b>   |        |             |  |  |  |  |
| 5.1       | Эллипсоидальные, ортометрические, нормальные высоты  | 2 (ДО) |             |  |  |  | Устный опрос                                     |
| 5.2       | Определение нормальных высот   |        | 4 (ДО)      |  |  |  | Отчет по практической<br>работе                  |
| <b>6.</b> | <b>Современные гравиметрические модели Земли</b>   |        |             |  |  |  |  |
| 6.1       | Государственная гравиметрическая сеть и необходимость её модернизации  | 2 (ДО) | 4 (ДО)      |  |  |  | Устный опрос.<br>Отчет по практической<br>работе |

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Перечень основной литературы

1. Геодезия : учебник / Б. Н. Дьяков, А. А. Кузин, В. А. Вальков. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2020. - 294 с. : ил. ; 24x17 см. - (Среднее профессиональное образование) (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 291. - ISBN 978-5-8114-4499-1 (в пер.).

2. Геодезия = Geodesy : пособие для студ. спец. 1-56 02 01 "Геодезия" / Е. В. Трухан, О. П. Гицкая ; М-во образования Республики Беларусь, БНТУ, Каф. англ. языка № 2. - Минск : БНТУ, 2019. - 86 с. : ил. ; 20x14 см. - Библиогр.: с. 86. - Текст на рус. и англ. яз. - ISBN 978-985-583-214-1.

3. Геодезия : учебник для использования в учеб. процессе образоват. учреждений, реализующих ФГОС СПО по группе спец. "Архитектура и строительство" ; ОП "Геодезия", "Основы геодезии" / М. И. Киселев, Д. Ш. Михелев. - 14-е изд., стер. - Москва : Академия, 2018. - 382 с. : ил. ; 21x14 см. - (Строительство и архитектура) (Профессиональное образование). - Библиогр.: с. 376. - ISBN 978-5-4468-6555-0 (в пер.).

4. Геодезия : учебник для студ. вузов по напр. подготовки 21.03.03 "Геодезия и дистанционное зондирование", 21.03.02 "Землеустройство и кадастры" / М. А. Гиршберг. - Изд. стер. - Москва : Инфра-М, 2016. - 383 с. : ил. ; 24x17 см. - (Высшее образование – Бакалавриат). - Библиогр.: с. 373–377, библиогр. в подстр. примеч. - ISBN 978-5-16-006351-5 (в пер.). - ISBN 978-5-16-103344-9.

5. Геодезия : учебник для студ. вузов, обуч. по напр. 120700 – "Землеустройство и кадастры" / А. Г. Юнусов [и др.] ; Гос. ун-т по землеустройству. - 2-е изд. - Москва : Трикта : Академический Проект, 2015. - 409 с. : ил. ; 22x14 см. - (Gaudeamus: библиотека геодезиста и картографа). - Библиогр.: с. 399. - ISBN 978-5-8291-1730-6 (в пер.). - ISBN 978-5-904954-36-9.

### Перечень дополнительной литературы

6. Дементьев, Ю. В. Космическая геодезия: учебное пособие / Ю. В. Дементьев. — Новосибирск: СГУГиТ, 2017. — 120 с. — ISBN 978-5-906948-80-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157312>

7. Симонян, В. В. Геодезия: сборник задач и упражнений/ В. В. Симонян, О. Ф. Кузнецов. — 5-е изд., испр. — Москва: МИСИ – МГСУ, 2018. — 160 с. — ISBN 978-5-7264-1813-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108516> (дата обращения: 25.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Словарь современных терминов. Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр, дистанционное зондирование земли / А.Е. Алтынов, И.П. Герасимов, В.В. Голубев и др. — Москва:МИИГАиК, 2019. — 368 с.



9. Уставич, Г. А. Геодезия: учебник: в 2 книгах / Г. А. Уставич. — Новосибирск: СГУГиТ, 2012 — Книга 2 — 2014. — 536 с. — ISBN 978-5-87693-740-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157337>

10. Практикум по геодезическим основам карт. Учебное пособие. М.: Географический факультет МГУ. 2008. - 146 с.

11. Серапинас Б. Б. Геодезические основы карт: Учебное пособие. М.: Изд-во Моск. Ун-та. 2001–2016. 133 с.

12. Серапинас, Б. Б. Основы спутникового позиционирования: учебное пособие / Б. Б. Серапинас; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Географический фак. МГУ, 2012. – 255 с.

### **Электронные ресурсы**

1. Интернет-Журнал «Геоматика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sovzond.ru/press-center/geomatics/> – Дата доступа: 8.05.2022.

### **Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки**

Для текущего контроля качества усвоения знаний рекомендуется использовать следующие диагностические формы:

- устный опрос;
- отчеты по практическим работам;
- защита реферата (презентации).

Формой текущей аттестации по дисциплине «Геодезические основы карт» учебным планом предусмотрен зачет.

### **Методика формирования итоговой отметки**

Итоговая отметка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования (Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29 мая 2012 г.);

2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине в БГУ (приказ ректора БГУ от 31.03.2020 № 189-ОД);

3. Критериев оценки результатов учебной деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. № 09-10/53-ПО).

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в итоговую отметку:

Формирование отметки за текущую успеваемость:

- ответы на лекциях – 20 %;

- защита реферата (презентации) – 20 %;
- отчеты по практическим работам (среднеарифметическая величина отметок за отчеты по всем работам) – 60 %.

Итоговая отметка по дисциплине рассчитывается на основе отметки текущей успеваемости и ответа на зачете с учетом их весовых коэффициентов. Вес отметки по текущей успеваемости составляет – 40 % и ответа на зачете – 60 %.

### **Примерная тематика практических занятий**

**Тема 2.2. Номенклатура топографических карт и планов. Разграфка отечественных обзорно-топографических и топографических карт и планов.**

*Практическая работа №1.* Определение номенклатуры листов топографических карт по Бланковой карте Республики Беларусь (4 часа).

Форма контроля – отчет по практической работе.

**Тема 4.1. Международная общеземная система отсчета ITRS и ее отсчетная основа ITRF. Мировая геодезическая система WGS-84. Общеземная система «Параметры Земли» ПЗ-90.02**

*Практическая работа №2.* Вычисление длины дуг меридианов по значениям широт для эллипсоидов WGS-84, ПЗ-90, Красовского, Бесселя (4 часа).

Форма контроля – отчет по практической работе.

**Тема 4.2. Государственные системы отсчета координат, применяемые на территории Республики Беларусь: СК-42, СК-63, СК-95.**

*Практическая работа №3.* Определение географических координат объектов, геодезических линий, геодезических азимутов и румбов заданных направлений (8 часов).

Форма контроля – отчет по практической работе.

*Практическая работа №4.* Вычислить плоские прямоугольные координаты в проекции Гаусса по геодезическим широтам и долготам (8 ч/ДО).

Форма контроля – отчет по практической работе.

**Тема 5.2. Определение нормальных высот. Теория Молоденского. Государственная высотная сеть.**

*Практическая работа №5.* Выполнение индивидуальных работ по комплексному определению и анализу абсолютных нормальных высот на территории РБ (4 ч/ДО).

Форма контроля – отчет по практической работе.

**Тема 6.1. Государственная гравиметрическая сеть и необходимость её модернизации.**

*Практическая работа №6.* Выполнение индивидуальных работ по изучению и созданию гравиметрической сети на территории РБ (4 ч/ДО).

Форма контроля – отчет по практической работе.

### **Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины**

При организации образовательного процесса используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры; использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

### **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся**

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Геодезические основы карт» следует использовать современные информационные ресурсы, в том числе размещенный на образовательном портале комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, методические указания к практическим занятиям, материалы текущего контроля и текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в т.ч. вопросы для подготовки к зачету, задания, тесты, вопросы для самоконтроля, тематика рефератов и др., список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.).

Самостоятельная работа студентов по изучению учебной дисциплины «Геодезические основы карт» выполняется в аудиторной форме, а также с использованием дистанционного обучения. В рамках изучения учебной дисциплины 6 часов лекционных и 16 часов практических занятий вынесены в дистанционную форму. Студентам предлагается самостоятельное рассмотрение ряда вопросов, что предполагает углубленное изучение основной и дополнительной литературы

Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний.

### **Темы реферативных работ**

1. Геоцентрические координатные системы отсчёта.
2. Системы отсчёта ортометрических и нормальных высот.

3. Способы определения высот квазигеоида.
4. Международная общеземная система отсчёта ITRS и её отсчётная основа ITRF.
5. Общеземные системы отсчёта координат WGS-84 и ПЗ-90.02.
6. Причины и источники изменений во времени координатных отсчетных основ.
7. Современные методы построения координатной геодезической основы.
8. Плановые и высотные государственные геодезические сети.

### **Примерный перечень вопросов к зачету**

1. Координатные системы отсчета и их составные части.
2. Системы отсчета, применяемые в Республике Беларусь.
3. Системы координат, используемые в картографо-геодезических работах.
4. Земной эллипсоид вращения и его параметры.
5. Ортометрическая высота.
6. Нормальная высота.
7. Балтийская система высот 1977 года.
8. Основное назначение государственной геодезической сети.
9. Основные методы создания государственной геодезической сети.
10. Изометрические координаты для земной сферы и земного эллипсоида вращения.
11. Плоские прямоугольные геодезические координаты.
12. Пространственные прямоугольные координаты и их связь с геодезическими координатами.
13. Процессия, нутация, движение земных полюсов.
14. Системы счета времени.
15. Уровенные поверхности. Геоид.
16. Фундаментальные геодезические постоянные.
17. Квазигеоид. Способы определения высот квазигеоида.
18. Спутниковые способы определения координат в геодезических сетях.
19. Применение глобальных систем позиционирования при развитии геодезических сетей.
20. Современные общеземные системы отсчета.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

| Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование | Название кафедры                | Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) |
|---|---------------------------------|---|---|
| Навигационная картография                                     | Геодезии и космоаэрокартографии | Нет   | Изменения не требуются (протокол № 10 от 26.05.2022 г.)   |
| Картографическое моделирование на основе ГИС «Карта».         | Геодезии и космоаэрокартографии | Нет   | Изменения не требуются (протокол № 10 от 26.05.2022 г.)   |

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ**  
на \_\_\_\_/\_\_\_\_ учебный год

| №<br>п/п | Дополнения и изменения | Основание |
|----------|------------------------|-----------|
| 1        |                        |           |
| 2        |                        |           |

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры геодезии и космоаэрокартографии (протокол № \_ от \_\_\_\_\_ 202\_ г.)

Заведующий кафедрой  
кандидат географических наук, доцент \_\_\_\_\_ А.П. Романкевич

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
кандидат географических наук, доцент \_\_\_\_\_ Д.М. Курлович