

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе  
и образовательным инновациям  
О.И. Чуприс  
2019 г.

Регистрационный № УД - 7819 /уч.

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КАРТОГРАФИЯ**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности**

1-31 02 03 Космоаэрокартография

2019 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 02 03-2013 г. и учебного плана УВО G 31-149/уч. от 30.05.2013 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

В.Н. Пейхвассер, старший преподаватель кафедры геодезии и космоаэрокартографии факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета;

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Л.В. Компанец, главный редактор ГП "Белгеодезия"

О.В. Кравченко, доцент кафедры лесоустройства лесохозяйственного факультета Белорусского государственного технологического университета, кандидат технических наук

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой геодезии и космоаэрокартографии Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 29.11.2019 г.)

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 03.12.2019 г.)

Заведующий кафедрой  
геодезии и космоаэрокартографии

  
А.П. Романкевич

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Цели и задачи учебной дисциплины

**Целью** освоения учебной дисциплины «Математическая картография» является формирование знаний, умений и профессиональных компетенций, определяющих готовность и способность специалиста к выполнению работ с использованием методик и технологий, необходимых для оценки, выбора и разработки математической основы карт различного содержания, назначения и территориального охвата.

### Задачи учебной дисциплины:

1. усвоение знаний об общей теории картографических проекций и теории их основных классов;
2. уметь применять методики исследования картографических проекций;
3. выполнять сравнительный анализ свойств и достоинств картографических проекций, необходимых для способов их изыскания и оптимального выбора.

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

Дисциплина «Математическая картография» занимает ключевое место в подготовке специалистов по «Космоаэрокартография» в силу включения в неё вопросов, связанных с разработкой математической основы разнообразных картографических произведений.

Учебная дисциплина «Математическая картография» относится к циклу специальных дисциплин государственного компонента в системе подготовки специалистов в сфере картографо-геодезической деятельности.

### Связи с другими учебными дисциплинами

Данная учебная дисциплина должна изучаться после получения базовых знаний цикла взаимосвязанных дисциплин: «Топография с основами геодезии», «Геоинформатика», «Картография», «Проектирование и составление карт». Она обеспечивает преемственность знаний при переходе от общенаучных к профилирующим учебным дисциплинам: «Тематическое картографирование», «Атласное картографирование» и «Современные проблемы картографии».

### Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Математическая картография» должно обеспечить формирование у студентов следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

**академические** компетенции:

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

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

Знания и умения, приобретённые студентами в процессе изучения дисциплины, позволят использовать их в сферах производства, связанных с различными направлениями картографической деятельности.

***социально-личностные*** компетенции:

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;

СЛК-8. Принимать решения с учётом экологических, экономических, социальных и этических требований и последствий.

***профессиональные*** компетенции:

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

ПК-2. Применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в области наук о Земле, проводить индикационное картографирование поверхности Земли на основе использования аэрокосмической информации.

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

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

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

ПК-15. Строить и использовать картографические модели для описания и прогнозирования различных явлений в природе, экономике и социальной деятельности.

ПК-33. Пользоваться глобальными информационными ресурсами, уметь работать с электронными географическими картами и атласами и учебно-справочной литературой.

Знания и умения, приобретённые студентами в процессе изучения дисциплины, позволят использовать их в сферах производства, связанных с различными направлениями картографической деятельности.

**В результате освоения учебной дисциплины «Математическая картография» студент должен:**

**знать:**

✓ общую теорию картографических проекций;

- ✓ основные классы проекций, их свойства и особенности применения;
- ✓ методы создания картографических проекций;

**уметь:**

- ✓ распознавать классы картографических проекций изданных карт по виду картографической сетки;
- ✓ осуществлять сравнение и оптимальный выбор проекций при проектировании карт различного содержания, назначения и территориального охвата.

**владеть:**

- ✓ навыками вычисления и преобразования картографических проекции;
- ✓ методами оценки искажений в проекциях и их учёта при решении различных картометрических задач.

### **Структура учебной дисциплины**

Дисциплина изучается в 8 семестре дневной формы получения высшего образования. На изучение учебной дисциплины «Математическая картография» отведено 100 часов, в том числе 54 аудиторных часов, из них: лекции — 28 часов, лабораторные занятия — 16 часов, семинарские занятия — 4 часа, УСР — 6 часов.

Трудоёмкость учебной дисциплины составляет 2,5 зачётные единицы.

Форма текущей аттестации – зачёт.

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## Раздел 1. Введение в дисциплину

### **Тема 1.1. Предмет и задачи «Математической картографии»**

Понятие о дисциплине и предмете изучения. Математическая основа картографических произведений, состав понятия. Основные задачи курса.

### **Тема 1.2. Развитие теории картографических проекций**

Математические принципы в отображении Звёздного неба на плоскости. Вклад греческих учёных в развитие теории картографических проекций. Работы Анаксимандра, Эратосфена, Аполлония, Гиппарха и Марианна Тирского. «География» Птолемея. «Армянская география». Монастырские карты.

### **Тема 1.3. Развитие теории картографических проекций в период великой научной революции (XVI—XVIII вв.)**

Атласы Ортелия и Меркатора. Трапециевидная проекция и проекция Апиана. Проекция Н. Сансона. Математическая основа крупномасштабных карт.

### **Тема 1.4. Развитие теории картографических проекций в период технической и научно-технической революций и эпоху компьютеров и телекоммуникаций**

Деятельность Военно-топографического депо и Корпуса военных топографов. Становление картографического производства в стране. Атласы картографических проекций. Развитие математической картографии во время развития информационных и компьютерных технологий.

## Раздел 2. Общая теория картографических проекций

### **Тема 2.1. Системы координат в картографии**

Определение основных понятий. Системы координат, применяемые в картографии: географическая (геодезическая), геоцентрическая, полярная сферическая (сфероидическая). Переход от географических координат к полярным сферическим.

### **Тема 2.2. Теория моделирования картографируемых тел**

Шарообразная модель картографируемых тел. Сферическая широта, экватор и параллели. Дуги параллелей и меридианов. Площадь сферической трапеции.

### **Тема 2.3. Сфероидическая модель картографируемых тел**

Сфероид. Эллипсоид вращения. Основные земные эллипсоиды и их параметры. Эллипсоид Красовского. Параметры эллипсоидов GRS-67, WGS-72, WGS-84.

### **Тема 2.4. Изображение бесконечно малой сфероидической трапеции**

Геодезическая широта. Геодезическая долгота. Главные радиусы кривизны Дуги параллелей и меридианов. Изображение бесконечно малой сфероидической трапеции на эллипсоиде и на плоскости. Длина линейного

элемента, его азимут, угол между меридианами и параллелями, площадь бесконечно малой сфероидической трапеции.

### **Тема 2.5. Замена эллипсоида шаром при мелкомасштабном картографировании**

Способ двойного проектирования эллипсоид — шар — плоскость. Сферическое, равноугольное, равновеликое и равнопромежуточное отображение. Отображение шара на шар. Полярные сферические координаты. Условная широта и долгота, зенитное расстояние. Альмукуантараты и вертикалы. Нормальная, поперечная и косая системы координат. Нормальные, поперечные и косые картографические проекции.

## **Раздел 3. Элементы математической основы карт**

### **Тема 3.1. Математические элементы карты**

Понятие о математических элементах карты. Математические элементы при построении и использовании карт. Состав математических элементов.

### **Тема 3.2. Масштабы карт**

Масштабы: главный масштаб, частные масштабы длин по любому направлению, масштабы вдоль меридианов и параллелей, экстремальные частные масштабы длин. Частные масштабы площадей. Временный масштаб.

### **Тема 3.3. Картографическая проекция**

Понятие и определение картографической проекции. Уравнение картографической проекции. Очевидные математические требования к картографической проекции. Параметры проекции.

### **Тема 3.4. Картографическая сетка**

Понятие и определение картографической сетки. Нормальные, поперечные и косые картографические сетки. Частота картографической сетки. Симметричные и асимметричные картографические сетки.

### **Тема 3.5. Рамки карты и координатные сетки**

Рамка как элемент организации картографического пространства. Внутренние и внешние рамки карты. Координатная сетка карты. Километровые и мильные сетки. Средний и осевой меридианы.

## **Раздел 4. Искажения в картографических проекциях**

### **Тема 4.1. Метрические элементы поверхности**

Понятие об искажениях. Точки и линии нулевых искажений. Коэффициенты Гаусса и его определение. Формулы для анализа длин, углов и площадей на плоскости и эллипсоиде. Условие ортогональности проекции.

### **Тема 4.2. Искажения длин**

Выражение искажения длин на карте с переменной места точки. Масштабы длин по параллели, меридиану и любому направлению. Экстремальные значения частных масштабов длин. Главные направления в картографической проекции.

### **Тема 4.3. Искажения площадей, углов и форм**

Искажения площадей и их величины. Вычисление и выражение искажений площадей. Искажения угловых величин. Искажения азимутов. Искажения углов между меридианами и параллелями. Наибольшие искажения углов. Искажения форм в разных проекциях. Коэффициент форм.

### **Тема 4.4. Отображение на картах локальных искажений**

Способы для демонстрации искажений на картах. Профили головы человека, изоколы, эллипсы искажений (индикатриса Тиссо). Достоинства и недостатки способа изокол. Локальная комплексная характеристика всех видов искажений.

### **Тема 4.5. Отображение на картах искажений регионального масштаба**

Оценка и сопоставление искажений на картах. Критерии оценки: минимаксные, вариационные, региональные и глобальные. Средняя квадратическая величина. Способ кругов (колец) и фигуры искажений. Оценка искажений длин, площадей и форм. Коэффициент стереографичности.

## **Раздел 5. Теория основных классов картографических проекций**

### **Тема 5.1. Признаки классификации проекций**

Родственные признаки построения классификации проекций. Генетическая классификация проекций. Классификации проекций: по виду общих уравнений, по способу построения и по ориентировке картографической сетки в зависимости от положения полюса сферической полярной системы координат. Проекции карт Земли и карт космического пространства.

### **Тема 5.2. Классификация проекций по характеру и величинам искажений**

Произвольные, равновеликие, равноугольные и равнопромежуточные проекции. Преимущества и недостатки классификации. Пятиступенчатая шкала классификации по характеру искажений. Классификации по величинам искажений.

### **Тема 5.3. Классификация проекций по виду нормальной картографической сетки**

Группа азимутальных проекций: гномоническая, стереографическая, равнопромежуточная, равновеликая, внешняя, ортографическая, обобщённые азимутальные, псевдоазимутальные и полиазимутальные. Группа конических, псевдоконических и поликонических проекций. Группа цилиндрических и псевдоцилиндрических проекций.

### **Тема 5.4. Классификация проекций по составу параметров математических элементов**

Проекция с единым набором параметров; составные проекции; многополосные проекции; многогранные проекции; проекции анаморфированного пространства.



## **Раздел 6. Способы изыскания картографических проекций**

### **Тема 6.1. Получение картографических проекций**

Графические способы получения проекций. Историческое и методическое значение графического метода. Прямая и обратная задачи математической картографии. Графоаналитическое преобразование картографических проекций.

### **Тема 6.2. Прямая задача математической картографии**

Методы изыскания на основе решения прямой задачи математической картографии. Классический аналитический способ. Перспективные способы. Способ Аитова для получения производных проекций. Способы получения проекций с составной сеткой. Проекция трёхосного эллипсоида спутника Марса — Фобоса. Глобулярные проекции Бируни, Бэкона и Апиана.

### **Тема 6.3. Перспективное проектирование шара на плоскость**

Получение разнообразных азимутальных проекций перспективным проектированием шара на плоскость. Проекция с эффектом пространственной объёмности. Ортографические проекции. Внешние проекции. Проекция с негативным и позитивным изображением. Стереографические проекции. Гномонические проекции.

### **Тема 6.4. Перспективное проектирование шара на цилиндр**

Получение перспективных цилиндрических проекций проектированием поверхности шара на боковую поверхность цилиндра. Гномоническая перспективно-цилиндрическая проекция. Стереографическая перспективно-цилиндрическая проекция.

### **Тема 6.5. Перспективное проектирование шара на конус**

Получение перспективных конических проекций проектированием сферы на поверхность конуса. Нормальная, косая или поперечная ориентировка. Проекция с негативным и позитивным изображением. Аналогичное проектирование соответственно гномоническим и стереографическим проекциям.

### **Тема 6.6. Построение проекций по эскизам сеток**

Построение эскиза картографической сетки. Математическая обработка эскиза. Ограничения, определяющие особенности картографической сетки. Другие подходы для узлов сетки с таблицами прямоугольных и географических координат точек. Построения картографических сеток по интерполяционным формулам.

### **Тема 6.7. Изыскание проекций с заданными свойствами**

Методы изыскания на основе решения обратной задачи математической картографии. Получение равноугольных проекций. Наилучшие равноугольные проекции. Получение равновеликих проекций. Система Эйлера-Урмаева. Доопределённость уравнений Мещерякова. Изыскания картографических проекций аппроксимацией эскиза картографической сетки.

### **Тема 6.8. Получение произвольных проекций**

Равнопромежуточные по меридианам проекции. Обобщённые равнопромежуточные по меридианам проекции. Произвольные цилиндрические проекции с заданным распределением искажений

## **Раздел 7. Проекция карт мира и полушарий**

### **Тема 7.1. Цилиндрические проекции карт мира**

Нормальные цилиндрические, произвольные цилиндрические проекции мировых карт.

Равнопромежуточная цилиндрическая проекция шара.

Равновеликие цилиндрические и псевдоцилиндрические проекции карт мира. Равновеликая псевдоцилиндрическая проекция Мольвейде.

Произвольная псевдоцилиндрическая проекция Робинсона. Синусоидальная псевдоцилиндрическая проекция Урмаева. Проекция Каврайского: синусоидальная псевдоцилиндрическая проекция и эллиптическая псевдоцилиндрическая. Псевдоцилиндрическая проекция Гинзбурга (проекция ЦНИИГАиК 1944 г.).

### **Тема 7.2. Поликонические проекции карт мира и полушарий**

Равноугольная проекция Лагранжа. Поликоническая проекция ЦНИИГАиК Гинзбурга. Поликоническая проекция ЦНИИГАиК (вариант БСЭ и №100). Поликоническая проекция ЦНИИГАиК (1954) для настенных карт и для карт высшей школы. «Триоптимальная» проекция Ласковского.

### **Тема 7.3. Азимутальные, псевдоазимутальные и полицилиндрические проекции карт мира**

Азимутальные равнопромежуточные проекции. Псевдоазимутальная проекция Гинзбурга. Проекция Райза. Преимущества и недостатки данной группы проекций.

### **Тема 7.4. Проекция карт полушарий**

Проекция Западного, Восточного, Северного, Южного, материкового и океанического полушарий. Проекция, передающие сферичность полушарий.

## **Раздел 8. Проекция карт океанов**

### **Тема 8.1. Проекция карт Мирового океана**

Требования к картографическим проекциям Мирового океана. Равноугольная проекция Спилгауза. Поликонические проекции ЦНИИГАиК. Проекция с разрывами. Произвольная эллиптическая проекция Затонского. Проекция Муревскиса.

### **Тема 8.2. Проекция карт трёх океанов**

Проекция карт трёх океанов — Тихого, Атлантического и Индийского. Цилиндрическая проекция Меркатора и псевдоцилиндрическая эллиптическая проекция Каврайского. Проекция Миллера. Синусоидальная с малыми искажениями площадей Урмаева. Эллиптические проекции Каврайского и Робинсона.

### **Тема 8.3. Проекция карт Тихого океана**

Принципы выбора проекций карт. Азимутальная равновеликая проекция. Псевдоазимутальные проекции. Псевдоцилиндрические проекции.

#### **Тема 8.4. Проекция карт Атлантического океана**

Поперечная равновеликая азимутальная проекция. Косая равновеликая азимутальная проекция. Косая и поперечная псевдоазимутальные проекции. Псевдоцилиндрическая равновеликая синусоидальная проекция Урмаева. Равноугольная с управляемыми изоколами проекция Лагранжа.

#### **Тема 8.5. Проекция карт Индийского, Южного и Северного Ледовитого океанов**

Проекция карт Индийского океана: равновеликие и равнопромежуточные азимутальные проекции, косая равновеликая азимутальная проекция. Проекция карт Южного океана: нормальные и косые равновеликие азимутальные проекции. Проекция карт Северного Ледовитого океана: нормальные азимутальные, нормальные равновеликие и равнопромежуточные азимутальные проекции.

### **Раздел 9. Проекция карт частей света, материков, их частей и крупных стран**

#### **Тема 9.1. Карты материков и частей света в азимутальных проекциях**

Принципы выбора наиболее подходящей проекции для Евразии. Косая равнопромежуточная азимутальная проекция. Равновеликая азимутальная проекция.

#### **Тема 9.2. Карты материков и частей света в конических проекциях**

Принципы выбора наиболее подходящей проекции для Европы и Австралии. Нормальные равноугольные и равнопромежуточные конические проекции.

#### **Тема 9.3. Карты материков и частей света в псевдоазимутальных и поликонических проекциях**

Принципы выбора наиболее подходящей проекции для карт Евразии, Северной и Южной Америки. Произвольная проекция ЦНИИГАиК (варианты № 91, 92, 93).

#### **Тема 9.4. Проекция карт крупных частей материков**

Принципы выбора наиболее подходящей проекции для карт Юго-Восточной Азии, Мексики и стран Центральной Америки, участков Северной и Центральной Америки. Косые равнопромежуточные азимутальные проекции. Нормальные равноугольные конические проекции. Косая равноугольная цилиндрическая проекция Меркатора.

#### **Тема 9.5. Проекция карт крупных стран**

Принципы выбора наиболее подходящей проекции для карт крупных стран на примере Российской Федерации.

**Карты в нормальных равнопромежуточных конических проекциях:** способы Витковского, Красовского, Каврайского и способ наименьших квадратов для выбора главных параллелей.

**Карты в нормальных равноугольных конических проекциях.** Применение секущего конуса и способов Витковского или Каврайского для нахождения широт двух главных параллелей и вычисления параметров проекции.

**Карты в нормальных равновеликих конических проекциях.** Равновеликие конические проекции Альберса и Витковского. Способ Тиссо для вычисления пределов возможных искажений при заданных широтах крайних параллелей.

**Карты в других проекциях.** Косые конические и цилиндрические проекции, проекция Лагранжа. Видоизменённая поликоническая проекция ЦНИИГАиК для настенных и атласных карт. Равноугольная проекция Бугаевского, удовлетворяющая условиям Чебышева.

## **Раздел 10. Проекция карт конкретного назначения**

### **Тема 10.1. Картографические проекции топографических карт**

Важность выбора проекций для топографических карт. Геодезические проекции, основные требования и общие черты. География и история применения геодезических проекций. Равноугольная азимутальная проекция Руссиля, коническая проекция Ламберта, поперечно-цилиндрическая проекция Гаусса-Крюгера и UTM (Universal Transverse Mercator). Параметры важнейших геодезических проекций, применяемых сегодня.

### **Тема 10.2. Проекция морских навигационных карт**

Типы навигационных карт, их особенности и применение. Проекция для морских навигационных карт (проекция Меркатора, азимутальная гномоническая проекция, двуазимутальная проекция, двуэквилидистантная проекция, проекция Литтрова). Значение глобальных навигационных спутниковых систем в выборе проекций для морской навигации.

### **Тема 10.3. Проекция аэронавигационных карт**

Аэронавигационные карты и их виды (площадные, маршрутные, аэродромные). Проекция площадных карт: Меркатора, Гаусса-Крюгера, равноугольная коническая, равноугольная азимутальная, азимутальная гномоническая, видоизменённая простая поликоническая, равнопромежуточная по вертикалам азимутальная, равновеликая азимутальная. Проекция маршрутных карт: Меркатора, Гаусса-Крюгера, равноугольная коническая проекция.

### **Тема 10.4. Проекция Международных карт мира масштабов 1:1 000 000 и 1:2 500 000**

История создания Международных карт мира масштабов 1:1 000 000 и 1:2 500 000. Использование многогранных и многополосных проекций для создания международных карт. Характеристика и особенности применения проекции карты масштаба 1:2 500 000.

## **Раздел 11. Картографические проекции и картометрия**

### **Тема 11.1. Принципы современной картометрии**

История становления принципов современной картометрии. Типы погрешностей, влияющие на точность карты: погрешности приборов и методик, графическая точность, картографическая генерализация, несовершенство цифровых моделей, деформация бумаги, свойства проекций.

### **Тема 11.2. Определение длин линий и площадей**

Способы измерения длин линий. Получение длины отрезков и расстояний по координатам точек и непосредственно в линейной мере. Переменный меридианный масштаб. Меридиональная часть. Переменный графический масштаб.

Способы измерения площадей по картам: геометрически, с помощью палеток, планиметром и в сочетании двух способов, способом сеток (решёток), геометрическим способом по координатам точек на контуре измеряемого участка.

### **Тема 11.3. Определение углов**

Способы измерения дирекционных углов по прямоугольным координатам и формулам обратной геодезической задачи. Определение векторных направлений ветров и морских течений по дирекционным углам прямоугольных координат концов стрелок. Определение азимутов ортодромий аналитическими вычислениями. Определение азимут локсодромии вычислением по изометрическим координатам.

### **Тема 11.4. Погрешности измерений**

Источники погрешностей карт. Учёт деформации преобразований основы карты, деформации носителя информации и его влияние на результаты измерений. Определение искажений и внесение поправок в результаты измерений.

## **Раздел 12. Распознавание картографических проекций**

### **Тема 12.1. Информация о проекции на карте**

Определение элементов и параметров карты, её математической и геодезической основ. Первичная информация на полях картографических произведений и в прилагаемых к ней документах. Требования к информации о проекции на карте в современный период. Авторство на создание картографических проекций.

### **Тема 12.2. Теоретические основы выбора проекции**

Три группы факторов выбора проекции. Объект картографирования, способ и условия использования, характер искажений. Порядок выбора проекции: совокупность проекций (или свойств) из которых производится выбор и непосредственный выбор. Традиционный и автоматизированный выбор.

### **Тема 12.3. Определение по карте вида картографической проекции**

Распознавание проекций для карт большого и малого территориального охвата. Первый этап — определение класса проекций с использованием

очевидных особенностей картографической сетки: вид меридианов и параллелей; величины углов пересечения меридианов с параллелями; изменения длин дуг меридианов и параллелей с широтой и с долготой. Второй этап – определение группы проекций по характеру искажений с проведением измерений по картам. Определение частных масштабов по меридианам и параллелям.

#### **Тема 12.4. Определение искажений цифровых изображений**

Изменения масштабов длин, площадей и углов между отрезками. Определение коэффициентов Гаусса для цифрового изображения по частным производным уравнений картографических проекций.

### **Раздел 13. Оптимизация и оценка выбора карт проекций**

#### **Тема 13.1. Общие положения выбора проекций**

Факторы, влияющие на выбор картографических проекций. Теоретические основы выбора картографических проекций и других элементов математической основы для создания карт конкретного назначения, содержания и территориального охвата.

#### **Тема 13.2. Критерии и оценка достоинств**

Локальные критерии оценки достоинств картографических проекций: Эйри, Иордана, Конусовой. Глобальные критерии оценки достоинств картографических проекций. Влияние характера и величин искажений на выбор проекции.

#### **Тема 13.3. Наилучшие и идеальные проекции**

Понятие о наилучших и идеальных проекциях. Наилучшие равноугольные проекции. Проекция Чебышева. Равноугольные проекции с приспособляемой изоколой.

#### **Тема 13.4. Экспертная система для выбора проекций**

Принципы работы экспертных программных систем в интерактивном режиме. Группы и категории объектов выбора. Кадры выбора. Полуопределённые категории. База знаний известных проекций для определения факторов первой группы и выдачи рекомендаций. Интерактивное взаимодействие для определения факторов второй и третьей групп. Обеспечение наглядности и эстетичности выбора проекций карт.

#### **Тема 13.5. Автоматизированный выбор проекций**

Этапы автоматизированного выбора картографических проекций в традиционном и интерактивном режиме. Признаки, характеризующие объект картографирования и создаваемую карту, выделяется некоторая приемлемая совокупность картографических проекций. На втором этапе производится выбор из этой совокупности искомой проекции. Выбор картографической проекции может осуществляться в автоматизированном режиме или традиционными методами.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
 Дневная форма получения образования

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
	<b>МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КАРТОГРАФИЯ (54 ч.)</b>	<b>28</b>		<b>4</b>	<b>16</b>		<b>6</b>	
<b>1.</b>	<b>Введение в дисциплину</b>	<b>2</b>						
	1.1. Предмет и задачи «Математической картографии» 1.2. Развитие теории картографических проекций 1.3. Развитие теории картографических проекций в период великой научной революции 1.4. Развитие теории картографических проекций в период технической и научно-технической революций и эпоху компьютеров и телекоммуникаций	2						Устный опрос, реферат
<b>2.</b>	<b>Общая теория картографических проекций</b>	<b>2</b>						
	2.1. Системы координат в картографии 2.2. Теория моделирования картографируемых тел 2.3. Сфероидическая модель картографируемых тел 2.4. Изображение бесконечно малой сфероидической трапеции 2.5. Замена эллипсоида шаром при мелкомасштабном картографировании	2						Контрольный опрос, презентация
<b>3.</b>	<b>Элементы математической основы карт</b>	<b>2</b>						

	3.1. Математические элементы карты 3.2. Масштабы карт 3.3. Картографическая проекция 3.4. Картографическая сетка 3.5. Рамки карты и координатные сетки	2						Устный опрос.
<b>4</b>	<b>Искажения в картографических проекциях</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	<b>2</b>			
	4.1. Метрические элементы поверхности 4.2. Искажения длин 4.3. Искажения площадей, углов и форм 4.4. Отображение на картах локальных искажений 4.5. Отображение на картах искажений регионального масштаба	2		2	2			Устный опрос. Выступление на семинаре и решение практических задач Отчёт по лабораторным работам
<b>5.</b>	<b>Теория основных классов картографических проекций</b>	<b>2</b>		<b>2</b>				
	5.1. Признаки классификации проекций 5.2. Классификация проекций по характеру и величинам искажений 5.3. Классификация проекций по виду нормальной картографической сетки 5.4. Классификация проекций по составу параметров математических элементов	2		2				Устный опрос. Выступление на семинаре и решение практических задач
<b>6.</b>	<b>Способы изыскания картографических проекций</b>	<b>4</b>			<b>8</b>		<b>4</b>	
	6.1. Получение картографических проекций 6.2. Прямая задача математической картографии 6.3. Перспективное проектирование шара на плоскость 6.4. Перспективное проектирование шара на цилиндр 6.5. Перспективное проектирование шара на конус 6.6. Построение проекций по эскизам сеток 6.7. Изыскание проекций с заданными свойствами 6.8. Получение произвольных проекций	4			8		4	Устный опрос. Отчёт по лабораторным работам. Презентация
<b>7.</b>	<b>Проекции карт мира и полушарий</b>	<b>2</b>			<b>2</b>			
	7.1. Цилиндрические проекции карт мира 7.2. Поликонические проекции карт мира и полушарий 7.3. Азимутальные, псевдоазимутальные и полицилиндрические проекции	2			2			Устный опрос. Отчёт по лабораторным



	карт мира 7.4. Проекция карт полушарий							работам
<b>8.</b>	<b>Проекция карт океанов</b>	<b>2</b>						
	8.1. Проекция карт Мирового океана 8.2. Проекция карт трёх океанов 8.3. Проекция карт Тихого океана 8.4. Проекция карт Атлантического океана 8.5. Проекция карт Индийского, Южного и Северного Ледовитого океанов	2						Контрольный опрос
<b>9.</b>	<b>Проекция карт частей света, материков, их частей и крупных стран</b>	<b>2</b>						
	9.1. Карты материков и частей света в азимутальных проекциях 9.2. Карты материков и частей света в конических проекциях 9.3. Карты материков и частей света в псевдоазимутальных и поликонических проекциях 9.4. Проекция карт крупных частей материков 9.5. Проекция карт крупных стран	2						Устный опрос
<b>10.</b>	<b>Проекция карт конкретного назначения</b>	<b>2</b>					<b>2</b>	
	10.1. Картографические проекции топографических карт 10.2. Проекция морских навигационных карт 10.3. Проекция аэронавигационных карт 10.4. Проекция Международных карт мира масштабов 1:1 000 000 и 1:2 500 000	2					2	Устный опрос. Защита проекта
<b>11.</b>	<b>Картографические проекции и картометрия</b>	<b>2</b>			<b>2</b>			
	11.1. Принципы современной картометрии 11.2. Определение длин линий и площадей 11.3. Определение углов 11.4. Погрешности измерений	2			2			Устный опрос Отчёт по лабораторным работам
<b>12.</b>	<b>Распознавание картографических проекций</b>	<b>2</b>			<b>2</b>			
	12.1. Информация о проекции на карте 12.2. Теоретические основы выбора проекции	2			2			Устный опрос Отчёт по лабораторным работам

	12.3. Определение по карте вида картографической проекции 12.4. Определение искажений цифровых изображений							работам
<b>13.</b>	<b>Оптимизация и оценка выбора картографических проекций</b>	<b>2</b>						
	13.1. Общие положения выбора проекций 13.2. Критерии и оценка достоинств 13.3. Наилучшие и идеальные проекции 13.4. Экспертная система для выбора проекций 13.5. Автоматизированный выбор проекций	2						Контрольный опрос

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Перечень основной литературы

1. Бугаевский Л.М. Математическая картография / учебник для вузов – М.: 1998. – 400 с.
2. Вахрамеева Л.А., Бугаевский Л.М., Казакова З.Л. Математическая картография: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1986. – 286 с.
3. Серапинас Б.Б. Математическая картография / учебник для вузов – М.: издательский центр «Академия», 2005. – 336 с.
4. Баева Е.Ю., Билибина Н.А. Общая картография. Раздел «Математическая картография»: учебно-методическое пособие. – М.: МИИГАиК. 2018. — 60 с.

### Перечень дополнительной литературы

4. Бугаевский, Л.М., Вахрамеева Л.А. Картографические проекции: спр. пособие. – М.: Недра, 1998. – 293с.
5. Баева Е.Ю., Билибина Н.А.. Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Математическая картография» – М.: изд. МИИГАиК, 2008 – 48 с.
6. Баева Е.Ю., Билибина Н.А. Методические указания по курсу «Математическая картография». Выбор математической основы для карты – М.: изд. МИИГАиК, 2008 – 29 с.
7. Гараевская Л.С., Малюсова Н.В. Практическое пособие по картографии. – М.: Недра, 1990. – 294 с.

### Справочники и стандарты

1. Атлас по выбору картографических проекций под ред. Гинзбурга Г.А. Труды ЦНИИГАиК.- Вып.110.- М., 1957.
2. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов / Под ред. А. М. Берлянта, А. В. Кошкарева. — М.: ГИС-Ассоциация, 1999. — 204 с.
3. Гинзбург Г. А., Салманова Т. Д. Атлас для выбора картографических проекций // Тр. ЦНИИГАиК. — Вып. 110. — М.: Геодезиздат, 1957. — 239 с.
4. Иванов А.Г., Загребин Г.И. Методика автоматизации процессов построения элементов математической основы. – Национальное картографирование: состояние, проблемы и перспективы развития: Сборник научных докладов. – К.:ДВНП «Картография». –2010. –Вып. 4. –С. 213-217.
5. Картография. Термины и определения. ГОСТ 21667—76. Издание официальное. — М.: Изд-во стандартов, 1976. — 44 с.
6. Картографические таблицы. – Труды ЦНИИГАиК, вып.132. - М.: Геодезиздат, 1960. – 260 с
7. Ледовская Л.С. Дополнение к атласу для выбора картографических проекций // Тр. ЦНИИГАиК. - Вып. 110. - М.: Изд-во ОНТИ ЦНИИГАиК, 1975. — 108 с.

8. Параметры Земли 1990 года (ПЗ-90). — М.: Координационный научно-информационный центр, 1998. — 36 с.
9. Постановление Правительства РФ от 28 декабря 2012 г. № 1463 «О единых государственных системах координат» Постановление Правительства РФ от 28 декабря 2012 г. № 1463 «О единых государственных системах координат»
10. Указ Президента Республики Беларусь от 23 апреля 2007 г. № 200 «О некоторых вопросах в области геодезии, картографии и навигации»;
11. Постановление Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь от 17 марта 2009 г. № 18 «Об утверждении Инструкции о порядке установления и использования местных систем координат»;
12. Закон Республики Беларусь от 16 ноября 2010 года «О наименованиях географических объектов»
13. Геодезические константы и параметры общеземного эллипсоида ПЗ-90.02 с сайта Информационно-аналитического центра ФГУП ЦНИИмаш <https://www.glonass-iac.ru/>
14. «Параметры Земли 1990 года» (ПЗ-90.11). — М. : «27 ЦНИИ» Минобороны России, 2014.
15. Горобец В.П., Демьянов Г.В., Майоров А.Н., Побединский Г.Г. Современное состояние и направления развития геодезического обеспечения РФ. Системы координат // Геопрофи. — 2013. — № 6. — С. 4—9.
16. Справочник по картографии / Под ред. Е. И. Халугина. — М.: Недра, 1988. — 428 с.
17. Топчилов М.А., Ромашова Л.А., Николаева О.Н. Аналитическое исследование свойств картографических проекций: метод. указания.— Новосибирск: СГГА, 2006. — 25с.

### **Программное обеспечение**

1. Adobe Illustrator
2. Adobe Photoshop
3. Avenza MAPublisher
4. Avenza Geographic Imager
5. MapInfo
6. ArcGIS
8. ГИС Карта

### **Географические карты и атласы**

1. Атлас Мира, 3-е изд. — М: Роскартография, 1999 — 562 с.
3. Географический Атлас России. — М.: ПКО «Картография», 2005 — 298 с.
5. Географический Атлас Офицера. — М.: ВТУ, 2008 — 424 с.
6. Географический Атлас для учителей средней школы — 4-е изд.— М.: ГУГК при Совете Министров СССР, 1985 — 238 с.

7. Географический атлас учителя: пособие для учителей учреждений общего среднего образования: для студентов географических специальностей / — Минск: Белкартография, 2016. — 391 с.

8. Нацыянальны атлас Беларусі — Мн.: Белкартография, 2002. — 292 с.

9. Национальный Атлас России (НАР), 1 том. — М.: Роскартография, 2004 — 495 с., электронное и полиграфическое издания.

14. Національний атлас України — К.: ДНВП «Картографія», 2007. электронное издание.

15. Карта России и сопредельных государств. Масштаб 1:2 500 000 М.: Роскартография, 1996 — 16 л.

16. Международная карта Мира масштаба 1:2 500 000. М.: ГУГК СССР 1976.

### **Карты на Интернет-ресурсах**

17. Топографические карты на территорию СССР, издательство ВТУ Генштаба Минобороны СССР Масштабы 1:50 000; 1:100 000; 1:200 000; 1:500 000; 1:1 000 000 на сайтах:

<http://topmap.narod.ru>

<http://satmaps.info/map-detector.php>

<http://www.afanas.ru/mapbase/>

<http://ukraina.tourua.com/maps.html>

<http://mapstor.com/>

<http://mapiki.ru/>

[http://sky9.narod.ru/pictures/geographic\\_atlas/map\\_cccp/СССР\\_geoatlas.htm](http://sky9.narod.ru/pictures/geographic_atlas/map_cccp/СССР_geoatlas.htm)

<http://cluster3.lib.berkeley.edu/EART/topo.html>

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

Для контроля качества усвоения знаний используются следующие средства диагностики:

- доклады на семинарских и лабораторных занятиях;
- контрольные опросы;
- написание реферата (доклада) и представление в форме презентации;
- разработка проекта по заданному направлению исследования и защита на лабораторных и семинарских занятиях;
- выступление на семинаре и решение практических задач;
- отчёт по лабораторным работам;
- зачёт.

Оценка за ответы на лекциях (опрос) и семинарских (практических) занятиях может включать в себя полноту ответа, наличие аргументов, примеров из практики и т.д.

При оценивании реферата (доклада) обращается внимание на: содержание и полноту раскрытия темы, структуру и последовательность изложения, источники и их интерпретацию, корректность оформления и т.д.

Оценка проекта может включать актуальность исследуемой проблемы, корректность используемых методов исследования, привлечение знаний из различных областей, организация работы группы, практикоориентированность полученных результатов.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Математическая картография» учебным планом предусмотрен зачёт.

Оценка знаний студента производится по 10-и балльной шкале. Для оценки знаний и компетентности студентов используются критерии, утверждённые Министерством образования Республики Беларусь. Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- ответы на занятиях – 10 %;
- контрольный опрос – 15 %;
- выступление на семинаре и решение практических задач – 20%;
- оценка отчётов по лабораторным работам – 30 %;
- оценка подготовки реферата (презентации) – 25 %;

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учётом их весовых коэффициентов Вес оценка по текущей успеваемости составляет 40 %, экзаменационная оценка – 60 %.

### **Методика формирования итоговой оценки**

Итоговая оценка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов (Постановление Министерства образования Республики Беларусь №53 от 29 мая 2012 г.);
2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в БГУ (Приказ ректора БГУ от 18.08.2015 № 382-ОД);
3. Критерии оценки знаний студентов (письмо Министерства образования от 22.12.2003 г.)

### **Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов**

Управляемая самостоятельная работа проводится в форме аудиторных занятий, согласно утверждённому графику.

Объем часов на составление и размещение заданий, консультации и контроль, осуществляемые с использованием технологий дистанционного обучения, планируется в пределах учебных часов, отведённых на УСР.

## **Тема 6.7. Изыскание проекций с заданными свойствами**

Количество аудиторных часов 4 часа.

*Написать доклад и представить его в форме презентации*

### **Применение методов численного анализа (численного дифференцирования и численного интегрирования) в математической картографии**

Рассмотреть методы численного дифференцирования и численного интегрирования для определения различных параметров в картографии и на основании проведённых вычислений сделать вывод об эффективности применяемых методов для вузовской карты мира масштаба 1:15 000 000.

*Форма контроля* – представление доклада в форме презентации о выполнении задания.

## **Тема 10.1. Картографические проекции топографических карт** Количество аудиторных часов 2 часа.

*Разработка проекта по заданному направлению исследования*

### **Анализ и сравнительная характеристика свойств поперечно-цилиндрических проекций Гаусса-Крюгера и Universal Transverse Mercator (UTM).**

На основании истории создания и учитывая важность применения проекций в топографическом картографировании провести анализ двух проекций. Представить на основании выводов об их эффективности и форме использовании свои предложения для потребителей в Беларуси.

*Форма контроля* – защита проекта по направлению исследования.

## **Примерная тематика семинарских занятий**

### **Тема 4.1. Метрические элементы поверхности**

*Семинарское занятие №1* Решение задач по общей теории картографических проекций «Определение ортогональности картографической сетки» в форме семинарского занятия.

Количество аудиторных часов 2 часа

*Форма контроля* – выступление на семинаре и решение практических задач.

### **Тема 5.2. Классификация проекций по характеру и величинам искажений**

*Семинарское занятие №2* Решение задач по общей теории картографических проекций «Определение картографической проекции по характеру искажений».

Количество аудиторных часов 2 часа.

*Форма контроля* – выступление на семинаре и решение практических задач.

## Примерная тематика лабораторных занятий

### **Тема 4.3. Искажения площадей, углов и форм**

*Лабораторная работа №1* «Исследование характера искажений картографических проекций». Количество аудиторных часов 2 часа.

Форма контроля – Отчёт по лабораторным работам.

### **Тема 6.1. Получение картографических проекций**

*Лабораторная работа №2* «Построение картографической сетки поперечно-цилиндрических проекций Гаусса-Крюгера и Universal Transverse Mercator (UTM)». Количество аудиторных часов - 2 часов.

Форма контроля – Отчёт по лабораторным работам.

### **Тема 6.3. Перспективное проектирование шара на плоскость**

*Лабораторная работа №3* «Внешняя перспективная азимутальная проекция на горизонтальную и наклонную плоскости». Количество аудиторных часов 4 часа.

Форма контроля – Отчёт по лабораторным работам.

### **Тема 6.5. Перспективное проектирование шара на конус**

*Лабораторная работа №4* «Построение картографической сетки нормальной конической проекции». Количество аудиторных часов 2 часа.

Форма контроля – Отчёт по лабораторным работам.

### **Тема 7.3. Азимутальные, псевдоазимутальные и полицилиндрические проекции карт мира**

*Лабораторная работа №5* «Построение линий положения (локсодромий и ортодромий) на карте и глобусе». Количество аудиторных часов 2 часа.

Форма контроля – Отчёт по лабораторным работам.

### **Тема 11.2. Определение длин линий и площадей**

*Лабораторная работа №6* «Построение переменного масштаба». Количество аудиторных часов 2 часа.

Форма контроля – Отчёт по лабораторным работам.

### **Тема 12.3. Определение по карте вида картографической проекции**

*Лабораторная работа №7* «Выполнить определение вида картографических проекции на представленных картматериалах». Количество аудиторных часов 2 часа.

Форма контроля – Отчёт по лабораторным работам.

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

При организации образовательного процесса используются следующие методы подхода к преподаванию:

- **эвристический подход** предполагает:
  - ✓ осуществление студентами лично-значимых открытий окружающего мира;
  - ✓ демонстрацию многообразия решений большинства профессиональных задач и жизненных проблем;



- ✓ творческую самореализацию обучающихся в процессе создания образовательных продуктов;
- ✓ индивидуализацию обучения через возможность самостоятельно ставить цели, осуществлять рефлексию собственной образовательной деятельности.
- **практико-ориентированный подход** 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 «Математическая картография» следует использовать современные информационные ресурсы, в том числе размещённые на образовательном портале — комплекс учебных и учебно-методических материалов:

- учебно-программные материалы,
- учебное издание для теоретического изучения дисциплины,
- методические указания к лабораторным 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 зачёту, задания, тесты, вопросы для самоконтроля, тематика рефератов и др.,
- список рекомендуемой литературы,
- информационные ресурсы и др.

#### **Примерный перечень тем реферативных работ**

1. Становление математических принципов в отображении Звёздного неба на плоскости.
2. Становление математических принципов в отображении Земли и планет земной группы на плоскости.
3. Картографические проекции в аэронавигации, их виды и необходимость применения различных проекций.
4. Экспертный метрический анализ карт мира и полушарий (по Географическому атласу учителя: Минск: Белкартография, 2016).

## Примерный перечень вопросов к зачёту

1. Что означает геодезическая основа карт?
2. Какие геодезические элементы используются в математической картографии?
3. Какие поверхности относимости используются для создания матосновы карт?
4. В каких случаях в маткартографии применяется шаровая модель Земли?
5. Назовите параметры, которые определяют сфероидическую модель картографируемого объекта?
6. Какие радиусы кривизны эллипсоида вращения используются при создании картографической модели?
7. В чём отличие сферических долгот и широт от геодезических долгот и широт?
8. В каких целях определяют длины дуг параллелей и меридианов на сфере и на эллипсоиде вращения?
9. Какова цель определения площади сферических и сфероидических трапеций с разностью долгот в один радиан?
10. Для каких целей проектируется эллипсоид на шар?
11. В каких случаях, как правило, широты и долготы не перевычисляются при переходе с эллипсоида на шар?
12. Проекция Гильберта «Двух миров». Назовите способ её получения.
13. Назовите цели выбора условного полюса, условного экватора и построения сетки альмукантаратов и вертикалов?
14. В нормальной, косой и поперечной системах полярных сферических координат где располагается условный полюс?
15. Укажите на взаимосвязь зенитного расстояние и условной широты?
16. Назовите математические элементы карты и укажите, что определяет математический элемент карты?
17. Для каких целей используются и что определяют главный масштаб длин и главный масштаб площадей?
18. Назовите принципиальное отличие главного масштаба площадей от главного масштаба длин?
19. В каких случаях мы говорим, что параллель называется главной?
20. В чём отличие частного масштаба длин от частного масштаба площадей и от соответствующих главных масштабов?
21. Для каких целей нужны частные масштабы длин и площадей, в каких единицах они выражены?
22. Для каких целей используется и что определяет временной масштаб? Зачем и какие значения временного масштаба определяют соответствие одной секунде продолжительности процесса в одни сутки, в одну неделю, в один месяц и один год?
23. Что определяют уравнения картографической проекции и какие общие требования к ним предъявляются?

24. Какое значение имеют параметры уравнений картографических проекций? Приведите примеры.
25. Дайте классифицицию видов картографических сетки в зависимости от положения полюса сферической полярной системы координат?
26. Дайте классифицицию видов проекции в зависимости от кривизны линий, изображающих на карте параллели?
27. Какие рамки карты существуют и какие из них одновременно являются математическими элементами карты?
28. Какой из меридианов на карте называется средним? Зачем и почему его называют осевым меридианом?
29. Назовите математические элементы карты, которые одновременно являются динамическими переменными? Поясните на примерах.
30. Назовите признаки классификации картографических проекций?
31. Назовите признаки классификации картографических проекций по форме поверхности картогра-фируемого тела?
32. Назовите признаки классификации картографических проекций по характеру искажений?
33. Назовите признаки классификации картографических проекций по величине искажений?
34. Назовите какие выделяются подмножества, группы и классы проекций при их классификации по виду нормальной картографической сетки?
35. Назовите какой вид имеют нормальные сетки азимутальных, псевдоазимутальных и полиазимутальных проекций?
36. Назовите какой вид имеют нормальные сетки конических, псевдоконических и поликонических проекций?
37. Назовите какой вид имеют нормальные сетки цилиндрических, псевдоцилиндрических и полицилиндрических проекций?
38. Назовите к каким проекциям применимо название обобщенные азимутальные, конические или цилиндрические?
39. Что объединяет и в чём различие псевдоконических проекций Бонна и Вернера?
40. Что объединяет псевдоконическую проекцию с псевдоазимутальной и псевдоцилиндрической проекциями и есть ли отличия?
41. По каким признакам по изображению экватора можно отличить псевдоконическую проекцию от поликонической?
42. Назовите какими бывают по характеру искажений псевдоконические и поликонические проекции?
43. Назовите какую из проекций называют простой поликонической проекцией?
44. Назовите какие поликонические проекции называют круговыми?
45. Назовите какими свойствами обладает поликоническая проекция Лагранжа?
46. Какие признаки объединяют поликоническую и полицилиндрическую проекции?

47. Назовите какими свойствами обладают цилиндрическая проекция Меркатора и цилиндрическая проекция Ламберта?
48. Каким образом изменяется изображение полюса и какими линиями рисуются меридианы в псевдоцилиндрических проекциях?
49. Назовите какими бывают по характеру искажений псевдоцилиндрические проекции?
50. Почему считается проекция карта Паоло Тосканелли знаменитой и как она строится в псевдо-цилиндрической проекции и как в этой проекции изображены меридианы?
51. Назовите какие проекции называют составными и почему иногда строят составные проекции с разрывами? Где располагают эти разрывы?
52. Укажите с какой целью строят многополосные проекции и какими линиями ограничивают эти полосы? Перечислите известные вам многополосные проекции.
53. Почему и какие проекции называют многогранными? Укажите какие у них достоинства и какой недостаток?
54. С какой целью создаются проекции с локальным увеличением масштаба и как они строятся? Как их разделяют по числу фокусов?
55. Расскажите что собой представляют анаморфозы и проекции анаморфированного пространства?
56. В чём состоит понятие прямая задача математической картографии?
57. Какие можно указать прямые способы получения проекций?
58. Назовите какие проекции называют глобулярными? Чем отличаются глобулярные проекции Апиана и Бэкона от проекции Бируни?
59. Укажите где располагают центр проектирования (точку глаза) и плоскость проектирования при перспективном проектировании шара на плоскость?
60. Назовите как изменяются свойства перспективных азимутальных проекций с изменением положения центра проектирования?
61. Назовите какими отличительными свойствами обладают гномоническая, стереографическая и ортографическая перспективные азимутальные проекции?
62. В чём состоит отличие проекций внешней перспективной азимутальной с негативным изображением от внешней с позитивным изображением?
63. Укажите в чём суть многократного перспективного проектирования и какие при этом могут быть использованы поверхности на этапах многократного проектирования?
64. Расскажите как многократным перспективным проектированием сферы на сферу получают равновеликую и равнопромежуточную азимутальные проекции?
65. Укажите в чём отличие перспективного проектирования шара на цилиндр от его перспективного проектирования на плоскость?

66. Укажите как различаются между собой по характеру искажений ортографические и стереографические цилиндрические и азимутальные перспективные проекции?
67. Как получают перспективные конические проекции?
68. Укажите из каких этапов складывается процедура построения проекций по эскизам сеток? Приведите примеры таких проекций.
69. Какие проекции называются производными и назовите известные вам приемы построения производных проекций.
70. Укажите как построена производная проекция Международной карты мира масштаба 1:1 000 000? В чём отличие данной картографической сетки этой производной проекции от сетки исходной проекции? Перечислите какими величинами искажений характеризуется новая проекция?
71. В чем состоит способ Аитова для получения производных проекций для карт мира?
72. Расскажите в чём суть способа Соловьева для видоизменения псевдоконических проекций?
73. Расскажите как получена производная проекция Миллера и чем она отличается от проекции Меркатора?
74. Почему возникает необходимость построения так называемых проекций реальных поверхностей?
75. Как видоизменить существующие проекции в целях их использования для построения проекций реальных поверхностей?
76. Назовите как использовать коэффициенты Гаусса для анализа свойств картографических проекций, полученных прямыми способами?
77. Расскажите в чём суть обратной задачи математической картографии и какие при этом возникают трудности?
78. Какими свойствами характеризуются равноугольные проекции?
79. Каким важным свойством отличаются изометрические координаты от географических (геодезических) координат?
80. Как вычислить геодезическую широту по изометрической широте?
81. Поясните, как, используя линейную функцию комплексного переменного, получить уравнения проекции Меркатора.
82. Какая функция комплексного переменного использована при получении уравнений проекции Гаусса—Крюгера?
83. Как формулируется теорема Чебышева о наилучшей равноугольной проекции?
84. Назовите каковы достоинства и недостатки цилиндрических проекций, используемых для карт Мирового океана?
85. Сопоставьте проекции Меркатора и Миллера с точки зрения возможности их использования для карт Мирового океана.
86. Каковы достоинства и недостатки псевдоцилиндрических проекций, используемых для карт Мирового океана?

87. Как получена и что представляет собой картографическая сетка проекции Затонского?
88. С какими искажениями отображаются в проекции Затонского Атлантический, Индийский и Тихий океаны при разных значениях среднего меридиана на карте?
89. Почему при важности цельного отображения Мирового океана строят его карты в проекциях с разрывами?
90. Назовите известные вам проекции с разрывами для карт океанов, перечислите их достоинства и недостатки.
91. Какие производные проекции могли бы использоваться для карт Мирового океана?
92. Назовите классы проекций, которые могут быть использованы для карт совместного отображения Тихого, Атлантического и Индийского океанов?
93. Назовите классы проекций, которые могут быть использованы для карт Атлантического океана?
94. Назовите классы проекций, которые имеют наибольшее значение для построения карт Индийского океана?
95. Укажите как выделены границы Южного океана и какие проекции можно использовать для его карт?
96. Назовите классы проекций, которые проекции пригодны для карт Северного Ледовитого океана?
97. Как выбираются широты главных параллелей на картах в проекции Меркатора, предназначенных для навигации?
98. Как построена проекция Международной карты мира масштаба 1:1 000 000 и каковы максимальные искажения в этой проекции?
99. Назовите проекции, которые образуют проекцию Международной карты мира масштаба 1:2 500 000?
100. Назовите варианты преобразования проекций и какие из них обеспечивают наибольшую точность?
101. Расскажите о переходе от системы координат цифрового изображения к системе координат проекции?
102. Перечислите задачи которые можно решить методами картометрии?
103. Назовите что мы понимаем под термином «динамическая картометрия»?
104. Укажите какие погрешности влияют на точность картометрических определений?
105. Расскажите как определяется деформация бумажных основ топографических карт и как можно определить деформацию бумажной основы средне- и мелкомасштабных географических карт?
106. Почему возникает проблема распознавания проекций?
107. Что собой представляют таблицы — определители проекций? Как они составлены?

108. Укажите какие в современных условиях ставятся требования к распознаванию картографической проекции? Что следовало бы указывать в документации карты?
109. Поясните как определить коэффициенты Гаусса, когда изображение представлено только в цифровом виде?
110. Покажите как группируются факторы, которые определяют выбор картографической проекции?
111. Почему выбор проекций для новых карт в ряде случаев уже бывает предопределен?
112. Покажите как характер искажений картпроекции связан со способами изображения на картах?
113. Расскажите какая существует общая тенденция связи между характером искажений и масштабом карты?
114. Как может быть устроена экспертная система, предназначенная для выбора картографических проекций и какова роль в этой системе пользователя?
115. Для чего предназначается автоматизированный выбор проекций и какие при этом могут использоваться критерии?

### **Другая значимая информация Интернет-ресурсы**

1. Сайт Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь  
<https://www.gki.gov.by/ru/>
2. Сайт Международной картографической Ассоциации, <http://icasi.org/>;
3. Сайт ГИС-Ассоциации России, [www.gisa.ru](http://www.gisa.ru)
4. Сайт «ДАТА+», [www.dataplus.ru](http://www.dataplus.ru)
5. Сайт инженерно-технологического центра СканЭкс, [www.scanex.ru/en/](http://www.scanex.ru/en/)
6. Сайт геологической службы США, <http://www.usgs.gov/>
7. Сайт национальной топографической системы Канады,  
<http://maps.nrcan.gc.ca/>
8. Сайт Британской картографо-геодезической службы,  
<http://www.ordnancesurvey.co.uk>
9. Сайт Национальной картографической службы Австралии,  
<http://www.ga.gov.au/>
10. Информационный сайт ЦГИ ИГРАН  
<http://geocnt.geonet.ru>
11. Каталог Геологической службы США  
<http://earthexplorer.usgs.gov>
12. Каталог-портал данных НАСА  
<http://earthdata.nasa.gov/>
13. Каталог Совзонда  
<http://www.sovzond.ru>
14. Геопортал Google Earth

- <http://www.googleearth.com>
15. Геопортал Космоснимки.ру  
<http://www.kosmosnimki.ru>
16. Портал «География – электронная земля»  
[www.webgeo.ru](http://www.webgeo.ru).
17. Сайт ГП «Белгеодезия»  
<http://www.geo.by/ru/>
18. Сайт РУП «Белкартография»  
<http://belkarta.by/>
19. Сайт ГП «БелПСХАГИ»  
<https://www.belaerogis.by>



## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название 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)
Тематическое картографирование	Кафедра геодезии и космоаэрокартографии	Нет	Изменений не требуется. Протокол № 4 от 29.11.2019 г.
Атласное картографирование	Кафедра геодезии и космоаэрокартографии	Нет	Изменений не требуется. Протокол № 4 от 29.11.2019 г.
Современные проблемы картографии	Кафедра геодезии и космоаэрокартографии	Нет	Изменений не требуется. Протокол № 4 от 29.11.2019 г.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ  
К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ  
ДИСЦИПЛИНЕ НА \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ УЧЕБНЫЙ ГОД**

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
геодезии и космоаэрокартографии \_\_\_\_\_

(название кафедры)

(протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ к.г.н., доцент \_\_\_\_\_

(ученая степень, ученое звание) (подпись)

\_\_\_\_\_ Романкевич А. П. \_\_\_\_\_

(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

\_\_\_\_\_ к.г.н., доцент \_\_\_\_\_

(ученая степень, ученое звание) (подпись)

\_\_\_\_\_ Курлович Д.М. \_\_\_\_\_

(И.О.Фамилия)