

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Географический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан географического факультета,  
член-корр. РАН Добролюбов С.А.

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КАРТОГРАФИЯ**

---

**Уровень высшего образования:**  
*бакалавриат*

---

**Направление подготовки:**  
**05.03.03 «Картография и геоинформатика»**

---

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
**общий**

---

**Форма обучения:**  
**очная**

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
*Учебно-методической комиссией географического факультета*  
(протокол № 13, дата 20.12.2022)

Москва 2021

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

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В. Ломоносова (приказ по МГУ № 1383 от 30 декабря 2020 года).

Год (годы) приема на обучение: 2021

© Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова  
*Программа не может быть использована без разрешения факультета.*

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП — относится к базовой части ОПОП, является обязательной для освоения;
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: дисциплина «Математическая картография» базируется на знаниях дисциплин из модуля «Математика и информатика», знаниях по «Топографии» и «Геодезическим основам карт».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
<b>ОПК-4</b> Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационно-коммуникационных технологий, в том числе геоинформационных технологий <i>(формируется частично)</i>	ОПК-4.1. Решает стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационно-коммуникационных технологий, в том числе геоинформационных технологий	<b>Знать:</b> стандартные задачи профессиональной деятельности, связанные с математической картографией <b>Уметь:</b> решать стандартные задачи профессиональной деятельности, связанные с математической картографией <b>Владеть:</b> способностью решать задачи математической картографии с использованием геоинформационных технологий
<b>ПК-4</b> Способен использовать знания геодезических и математических основ карт, методов и технологий спутникового позиционирования при создании картографических произведений и баз пространственных данных. <i>(формируется частично)</i>	ПК-4.1. Использует знания геодезических и математических основ карт при создании картографических произведений и баз пространственных данных.	<b>Знать:</b> математическую основу карт <b>Уметь:</b> работать с математической основой карт и базами пространственных данных <b>Владеть:</b> способностью проектировать математическую основу карт при создании картографических произведений.

4. Объем дисциплины (модуля) 108 академических часов, в том числе 52 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 56 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.
5. Формат обучения не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.).
6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

	Всего (часы)	В том числе					
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)			Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	Работа с литературой	Подготовка к семинарам	Всего
Тема 1. Введение. Краткий обзор развития математической картографии. Предмет и задачи математической картографии.	4	4		4			
Тема 2. Элементы математической основы карт	11	3	4	7	2	2	4
Тема 3. Референц-поверхности и координатные системы	11	3	4	7	2	2	4
Тема 4. Искажения в картографических проекциях.	12	4	4	8	2	2	4
Тема 5. Классификация картографических проекций. Изображение поверхности земного эллипсоида на шаре	12	4	4	8	2	2	4
<b>Текущая аттестация</b>	3	<i>Устный опрос</i>			3		
Тема 6. Конические, азимутальные и цилиндрические проекции	15	4	6	10	3	2	5
Тема 7. Картографические проекции карт различного назначения	12	4	4	8	2	2	4
<b>Промежуточная аттестация экзамен</b>	28	<i>Устный экзамен</i>			28		
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>52</b>	<b>56</b>		

## **Содержание лекций**

### **1. Введение. Краткий обзор развития математической картографии. Предмет и задачи математической картографии**

Способы получения проекций. Первые картографические проекции. Достижения античной науки в области математической картографии. Проекция карт 15—16 вв. Проекция карт 17—18 вв. Развитие учения о проекциях от конца 18 в. до начала 20 в. Становление и развитие математической картографии. Переход от теории картографических проекций к математической картографии. Предмет и задачи математической картографии. Связь математической картографии с другими картографическими дисциплинами и науками. Перспективы развития математической картографии.

### **2. Элементы математической основы карт**

Математическая основа карты и её составляющие. Масштаб. Разновидности масштаба. Временной масштаб. Астрономо-геодезическая основа карты. Геодезические даты (Датум местный и геоцентрический). Картографическая проекция. Требования, предъявляемые к ней. Уравнения и параметры картографической проекции. Описание проекции в ГИС. Координатные сетки. Картографическая сетка и её особенности. Узловые точки. Рамки карты. Средний меридиан проекции.

### **3. Референц-поверхности и координатные системы**

Понятие о физической поверхности Земли и поверхностях относимости (референц-поверхностях). Представление картографируемых тел с помощью шара. Система координат шара. Представление картографируемых тел с помощью эллипсоида вращения. Типы эллипсоидов. Система координат эллипсоида вращения. Представление картографируемых тел с помощью трёхосного эллипсоида. Система координат трёхосного эллипсоида. Варианты задания широт для трёхосного эллипсоида. Методика картографирования с помощью морфографических проекций и проекций реальных поверхностей. Прямоугольные сферические координаты. Сферические полярные координаты. Формулы связи географических и сферических полярных координат. Сетка вертикалов и альмукантаратов.

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

Картографическая проекция. Математические требования, предъявляемые к картографическим проекциям. Уравнения картографической проекции. Варианты задания уравнений проекций. Элементы картографической проекции. Переход от поверхности эллипсоида или шара к проекции на плоскости через элементарный параллелограмм. Коэффициенты Гаусса. Понятие о масштабах (общий и

частный масштабы) и видах искажений (искажения длин, площадей и углов). Показатели искажений. Эллипс искажений. Главные направления. Формулы масштабов длин, площадей и искажений углов в проекциях с ортогональными сетками. Характеристики равноугольных, равновеликих, равнопромежуточных проекций. Угол классификации проекций. Отображение на картах искажений регионального масштаба. Показатели искажений длин, площадей, определяемые по фигурам искажений. Коэффициент стереографичности.

## **5. Классификации картографических проекций. Изображение поверхности земного эллипсоида на шаре**

Виды классификаций картографических проекций. Классификации картографических проекций по виду используемой референц-поверхности, по характеру искажений, по ориентировке картографической сетки в зависимости от положения точки полюса. Классификации проекций по виду нормальной картографической сетки и общих уравнений проекций, по способам получения проекций, по составу параметров математических элементов. Классификация картографических проекций по признакам, диктуемым объектом картографирования. Особенности классификации проекций трёхосного эллипсоида. Задача по отображению поверхности земного эллипсоида на шаре. Способы отображения поверхности земного эллипсоида на шаре.

## **6. Конические, азимутальные и цилиндрические проекции**

Конические проекции. Общие формулы конических проекций. Область применения конических проекций. Способы определения постоянных для конических проекций. Нормальные равноугольные, равнопромежуточные, равновеликие конические проекции. Косые и поперечные конические проекции. Цилиндрические проекции. Общие формулы цилиндрических проекций. Область применения цилиндрических проекций. Нормальные равноугольные, равнопромежуточные, равновеликие цилиндрические проекции. Локсодромия в проекции Меркатора. Проекция Веб-Меркатор. Косые и поперечные цилиндрические проекции. Их общие формулы. Азимутальные проекции. Общие формулы азимутальных проекций для шара. Область применения азимутальных проекций. Общие формулы косых и поперечных азимутальных проекций. Равноугольные, равнопромежуточные, равновеликие азимутальные проекции. Перспективно-азимутальные проекции с негативным и позитивным изображениями на картинную плоскость. Их общие формулы. Гномоническая проекция. Ортодромия в гномонической проекции. Стереографическая проекция. Её общие формулы. Применение проекции. Ортографическая проекция. Её общие формулы.

## **7. Картографические проекции карт различного назначения**

Проекция в соответствии с классификацией по виду картографической сетки. Картографические проекции карт различного назначения. Проекция карт мира. Проекция карт полушарий. Проекция карт океанов. Проекция карт частей света, материков и их частей. Проекция карт

Российской Федерации. Проекция топографических карт. Проекция навигационных карт. Проекция карт мира масштабов 1:1 000 000 и 1:2 500 000. Проекция карт небесных тел.

## План проведения семинаров

### Семинар 1 Построение картографических сеток графическими приёмами

**Цель и содержание:** Студенту предлагается построить картографические сетки нескольких проекций. При этом используются только геометрические построения. Некоторые сетки проекций строятся с использованием графоаналитического способа.

**Материалы:** Гинзбург Г.А. Построение сеток географических карт графическими приёмами – М.: Геодиздат, 1957

**Методические указания:** Описание работы в электронной форме, выдаваемое каждому студенту индивидуально.

**Отчетный материал:** Эскизы картографических сеток проекций с отображёнными построениями. Пояснительная записка к выполненной работе.

### Семинар 2 Решение задач по общей теории картографических проекций

**Цель и содержание:** Каждому студенту выдаются уравнения конкретной проекции. Необходимо определить ортогональность картографической сетки, получить формулы частных масштабов длин, масштаба площади, максимального искажения углов. Далее определить к какой группе по характеру искажений относится проекция. На заключительном этапе по виду сетки меридианов и параллелей определить проекцию.

**Материалы:** Приложение 2 в Вахрамеева Л.А., Бугаевский Л.М., Казакова З.Л. Математическая картография: Учебник для вузов. – М.: 1986; Гинзбург Г.А., Салманова Т.Д. Атлас для выбора картографических проекций. – Труды ЦНИИГАиК, вып. 110. – М.: 1957, - 239с.; Snyder J. P., Voxland P. M. An Album of Map Projections. U.S. Geological Survey Professional Paper 1453. U.S. Government Printing Office: 1989. –249р.

**Методические указания:** Описание работы в электронной форме, выдаваемое каждому студенту индивидуально.

**Отчетный материал:** Пояснительная записка с описанием хода вычислений характеристик картографических проекций и эскиз картографической сетки.

**Семинар 3** Вычисление нормальной равноугольной цилиндрической проекции (проекция Меркатора) и построение её картографической сетки.

**Цель и содержание:** Выдаются исходные данные для вычислений:  $\varphi_{ю}$  – широта южной параллели территории;  $\varphi_{с}$  – широта северной параллели территории;  $\lambda_{з}$  - долгота западного меридиана территории;  $\lambda_{в}$  - долгота восточного меридиана территории;  $\Delta\varphi$  – частота картографической сетки по широте;  $\Delta\lambda$  – частота картографической сетки по долготе. Необходимо найти параметр проекции  $\beta$  из условия

сохранения главного масштаба на средней параллели заданной территории с широтой  $\varphi_k$ , вычислить прямоугольные координаты, построить фрагмент картографической сетки проекции Меркатора.

**Материалы:** Приложение 2 в учебнике Вахрамеева Л.А., Бугаевский Л.М., Казакова З.Л. Математическая картография: Учебник для вузов. – М.: 1986; Руководство по построению картографических сеток с заданными координатами узлов в любом ГИС-пакете.

**Методические указания:** Описание работы в электронной форме, выдаваемое каждому студенту индивидуально.

**Отчетный материал:** Пояснительная записка с вычислениями и эскизом картографической сетки проекции.

#### **Семинар 4** Вычисление нормальной равноугольной конической проекции и построение её картографической сетки.

**Цель и содержание:** Выдаются исходные данные для вычислений:  $\varphi_{ю}$  – широта южной параллели территории;  $\varphi_с$  – широта северной параллели территории;  $\lambda_з$  – долгота западного меридиана территории;  $\lambda_в$  – долгота восточного меридиана территории;  $\Delta\varphi$  – частота картографической сетки по широте;  $\Delta\lambda$  – частота картографической сетки по долготе. Необходимо найти параметры проекции  $\alpha$  и  $C$  из условия сохранения главного масштаба на двух параллелях с широтами  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$ . Вычислить прямоугольные координаты и построить фрагмент картографической сетки проекции.

**Материалы:** Приложение 2 в учебнике Вахрамеева Л.А., Бугаевский Л.М., Казакова З.Л. Математическая картография: Учебник для вузов. – М.: 1986; Руководство по построению картографических сеток с заданными координатами узлов в любом ГИС-пакете.

**Методические указания:** Описание работы в электронной форме, выдаваемое каждому студенту индивидуально.

**Отчетный материал:** Пояснительная записка с вычислениями и эскизом картографической сетки проекции.

#### **Семинар 5** Построение линий положения (локсодромии и ортодромии) в различных проекциях.

**Цель и содержание:** Зная  $\alpha$  – постоянный угол между меридианом и линией локсодромии для широт промежуточных точек  $\lambda_i$  вычислить долготы точек локсодромии  $\lambda_i$ , начиная с точки с координатами  $\varphi_A, \lambda_A$  с шагом  $\Delta\varphi = 1^\circ$  до широты  $\varphi_B$ . Перечисленные величины выдаются каждому студенту индивидуально. По полученным координатам нанести линию локсодромии на картографическую сетку равноугольной цилиндрической проекции Меркатора и равноугольной конической проекции, которые были вычислены в предыдущих лабораторных работах. Построить картографическую сетку гномонической проекции, вычислив координаты узлов по соответствующим формулам на северное полушарие (шаг сетки  $10^\circ$ ), начиная от  $20^\circ$  с.ш. до  $90^\circ$  с.ш. Построить картографическую сетку стереографической проекции, вычислив координаты узлов по соответствующим формулам (шаг сетки  $10^\circ$ ) на северное полушарие, начиная от  $20^\circ$  с.ш. до  $90^\circ$  с.ш. Вычислить географические координаты промежуточных точек ортодромии, начиная с точки с координатами  $\varphi_1=21^\circ, \lambda_1=20^\circ$  до широты  $\varphi_2=71^\circ, \lambda_2=80^\circ$  с шагом  $\Delta\varphi = 1^\circ$ . По полученным координатам точек ортодромии нанести её на картографическую сетку гномонической и стереографической проекций шара.

**Материалы:** Приложение 2 в учебнике Вахрамеева Л.А., Бугаевский Л.М., Казакова З.Л. Математическая картография: Учебник для вузов. – М.: 1986; Руководство по построению картографических сеток с заданными координатами узлов в любом ГИС-пакете.

**Методические указания:** Описание работы в электронной форме, выдаваемое каждому студенту индивидуально.

**Отчетный материал:** Пояснительная записка с вычислениями и эскизом картографических сеток проекций и нанесёнными на них линиями положений.

**Семинар 6** Построение эллипса искажений и особенности измерений по карте, представленной в цифровой форме.

**Цель и содержание:** На сканированной карте Тихого и Индийского океанов масштаба 1:50 000 000 (сканированное изображение отличается от численного масштаба) в синусоидальной с небольшими искажениями площадей проекции Урмаева в точке  $A$  с координатами  $\varphi$ ,  $\lambda$  вычислить искажения и построить эллипс искажений. Координаты точки  $A$  выдаются каждому студенту индивидуально.

**Материалы:** Руководство по построению картографических сеток с заданными координатами узлов в любом ГИС-пакете. Руководство по оформлению карт в графическом пакете.

**Методические указания:** Описание работы в электронной форме, выдаваемое каждому студенту индивидуально.

**Отчетный материал:** Пояснительная записка с вычислениями и графическим приложением в виде фрагмента карты с нанесённым в заданной точке эллипсом искажений.

**Семинар 7** Определение картографических проекций по виду сетки параллелей и меридианов

**Цель и содержание:** Изучить отечественные картографические проекции и научиться их распознавать по виду сетки меридианов и параллелей. Определить картографические проекции географических карт в вариантах, выданных студенту индивидуально.

**Материалы:** Варианты сеток картографических проекций с очертаниями материков и их крупных частей, территорий СССР и РФ в векторном формате. Гинзбург Г.А., Салманова Т.Д. Атлас для выбора картографических проекций. – Труды ЦНИИГАиК, вып. 110. – М.: 1957, - 239с.

**Методические указания:** Описание работы в электронной форме, выдаваемое каждому студенту индивидуально.

**Отчетный материал:** Пояснительная записка с вычислениями и графической частью, отображающей картографическую сетку с заданной территорией и вспомогательными построениями для определения проекции.

**Семинар 8** Привязка сканированных карт в заданную проекцию в ГИС

**Цель и содержание:** Привязать растровое изображение геологической карты Европейской части Союза ССР в нормальную равнопромежуточную коническую проекцию Каврайского и растровое изображение геологической карты СССР в нормальную равнопромежуточную коническую проекцию Красовского. Трансформировать геологическую карту Европейской части Союза ССР из нормальной равнопромежуточной конической проекции Каврайского в нормальную равнопромежуточную коническую проекцию

Красовского. Совместить геологическую карту Европейской части Союза ССР и геологическую карту СССР в единой проекции - нормальной равнопромежуточной конической проекции Красовского. Использовать для этого QGIS.

**Материалы:** Растровое изображение геологической карты Европейской части Союза ССР в нормальной равнопромежуточной конической проекции Каврайского масштаба 1:7 500 000 из БСАМ. Растровое изображение геологической карты СССР в нормальной равнопромежуточной конической проекции Красовского масштаба 1:15 000 000 из Физико-географического атласа мира. Описание проекций в QGIS.

**Методические указания:** Описание работы в электронной форме, выдаваемое каждому студенту индивидуально.

**Отчетный материал:** Пояснительная записка и проект в QGIS, отображающий привязанные в соответствующие проекции карты.

## **7. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю):**

Текущая аттестация – устный опрос

Промежуточная аттестация за семестр – устный экзамен

### *Примерные вопросы для устного опроса*

1. Что понимаются под математической основой карт?
2. Что определяет главный масштаб?
3. Какую параллель называют главной?
4. Что такое временной масштаб?
5. Какие существуют способы показа искажения на картах?
6. Что такое главные направления?
7. Как называется система полярных координат, полюс которой совмещен с географическим полюсом?
8. Какие типы широт используется для трёхосного эллипсоида?
9. В чём отличие цилиндрических проекций трёхосного эллипсоида от проекций сферы и эллипсоида вращения по виду картографической сетки?
10. Чему равна широта условного полюса в проекциях поперечной ориентировки?

11. В узлах картографической сетки эллипсы искажений имеют форму кругов. Какая это проекция по характеру искажений?
12. Назначение проекции Меркатора
13. Какими свойствами обладает азимутальная стереографическая проекция?
14. Какие проекции используют для картографирования небесных тел?
15. Чем отличаются проекции реальных поверхностей от проекций регулярных поверхностей?
16. Какими свойствами обладает нормальная азимутальная равнопромежуточная проекция?
17. Как визуально отличить равновеликую цилиндрическую проекцию от равноугольной или произвольной?

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

1. Проработка конспектов лекций, обязательной и дополнительной литературы с составлением конспектов.
2. Изучение материалов лекций, подготовка к семинарам.

#### ***Примерный перечень вопросов для экзамена***

1. Способы получения проекций. Первые картографические проекции
2. Достижения античной науки в области математической картографии.
3. Проекция карт 15—18 вв. Развитие учения о проекциях от конца 18 в. до начала 20 в. (разработки В. В. Каврайского, В.В. Витковского, К. Мольвейде и др.)
4. Становление и развитие математической картографии.
5. Предмет и задачи математической картографии.
6. Связь математической картографии с другими картографическими дисциплинами и науками.
7. Понятие математической основы карт. Составляющие математической основы карт.
8. Масштаб. Разновидности масштаба. Астрономо-геодезическая основа карты. Датум (исходные геодезические даты).

9. Понятие картографической проекции. Её параметры.
10. Координатные сетки. Её свойства. Узловые точки картографической сетки. Рамки карты. Средний меридиан проекции.
11. Поверхности относимости (референц-поверхности).
12. Представление картографируемых тел с помощью шара.
13. Представление картографируемых тел с помощью эллипсоида вращения. Типы эллипсоидов.
14. Представление картографируемых тел с помощью трёхосного эллипсоида.
15. Система координат трёхосного эллипсоида. Варианты задания широт для трёхосного эллипсоида.
16. Картографирование с помощью морфографических проекций и проекций реальных поверхностей.
17. Прямоугольные сферические и сферические полярные координаты.
18. Формулы связи географических и сферических полярных координат.
19. Сетка вертикалов и альмукантаратов.
20. Понятие о картографической проекции.
21. Математические требования, предъявляемые к картографическим проекциям.
22. Уравнения картографической проекции. Варианты задания уравнений проекций.
23. Элементы картографической проекции.
24. Переход от поверхности эллипсоида или шара к проекции на плоскости через элементарный параллелограмм.
25. Выражения для элементарных дуг меридиана и параллели, элементарной площади, угла между меридианом и параллелью.
26. Коэффициенты Гаусса.
27. Выражение угла между меридианом и параллелью.
28. Понятие о масштабах (общий и частный масштабы) и видах искажений (искажения длин, площадей и углов).
29. Показатели искажений. Эллипс искажений. Рассуждения о величине искажений.
30. Формулы масштабов длин и площадей.

31. Главные направления.
32. Формулы искажений углов.
33. Характеристики равноугольных, равновеликих, равнопромежуточных проекций.
34. Угол классификации проекций.
35. Отображение на картах искажений регионального масштаба. Показатели искажений длин, площадей, определяемые по фигурам искажений.
36. Коэффициент стереографичности.
37. Виды классификаций картографических проекций.
38. Задача по изображению поверхности земного эллипсоида на шаре.
39. Изображение поверхности земного эллипсоида на шаре. Пренебрежение влиянием сжатия земного эллипсоида (соответствие по нормальям).
40. Равноугольное изображение поверхности земного эллипсоида на шаре.
41. Равновеликое и равнопромежуточное вдоль меридианов изображения поверхности земного эллипсоида на шаре.
42. Конические проекции. Область их применения. Общие формулы конических проекций для поверхности эллипсоида вращения. Способы определения постоянных  $\alpha$  и  $C$  для конических проекций.
43. Прямые (нормальные) равноугольные конические проекции. Их общие формулы. Определение постоянных  $\alpha$  и  $C$  для прямых равноугольных конических проекций под условием сохранения масштабов на двух стандартных параллелях.
44. Прямые (нормальные) равнопромежуточные конические проекции. Их общие формулы. Определение постоянных  $\alpha$  и  $C$  для прямых равнопромежуточных конических проекций под условием сохранения масштабов на двух стандартных параллелях.
45. Прямые (нормальные) равновеликие конические проекции. Их общие формулы. Определение постоянных  $\alpha$  и  $C$  для прямых равновеликих конических проекций под условием сохранения масштабов на двух стандартных параллелях.

46. Косые и поперечные конические проекции. Их общие формулы.
47. Цилиндрические проекции. Область их применения. Общие формулы цилиндрических проекций.
48. Прямые (нормальные) равноугольные цилиндрические проекции. Их общие формулы. Локсодромия в проекции Меркатора.
49. Прямые (нормальные) равнопромежуточные цилиндрические проекции. Их общие формулы. Квадратная проекция.
50. Прямые (нормальные) равновеликие цилиндрические проекции. Их общие формулы. Изоцилиндрическая проекция.
51. Косые и поперечные цилиндрические проекции. Их общие формулы.
52. Азимутальные проекции. Системы координат в нормальной азимутальной проекции. Общие формулы азимутальных проекций для шара. Область их применения.
53. Общие формулы косых и поперечных азимутальных проекций.
54. Равноугольные азимутальные проекции. Формулы косой, поперечной и нормальной равноугольных азимутальных проекций.
55. Равнопромежуточные азимутальные проекции. Формулы косой, поперечной и нормальной равнопромежуточных азимутальных проекций.
56. Равновеликие азимутальные проекции. Формулы косой, поперечной и нормальной равновеликих азимутальных проекций.
57. Перспективно-азимутальные проекции с негативным и позитивным изображениями на картинную плоскость. Их общие формулы.
58. Гномоническая (центральная) проекция. Общие формулы. Формулы нормальной и поперечной гномонической проекции. Применение проекции. Ортодромия в гномонической проекции.
59. Стереографическая проекция. Общие формулы. Формулы нормальной и поперечной стереографической проекции. Применение проекции.

60. Ортографическая проекция. Общие формулы. Формулы нормальной и поперечной ортографической проекции. Применение проекции.
61. Картографические проекции карт различного назначения.
62. Проекция карт небесных тел.

### Шкала и критерии оценивания

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – экзамен (в письменной форме)

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

## 8. Ресурсное обеспечение:

### *Основная литература:*

1. Баева Е.Ю., Билибина Н.А. Общая картография. Раздел «Математическая картография»: учебно-методическое пособие. – М.: МИИГАиК. 2018. — 60 с.
2. Касьянова Е.Л. Математическая картография: учебное пособие / Е.Л. Касьянова – Новосибирск: СГУГиТ, 2016. – 103с
3. Карпачевский А.М. Картография: практикум в QGIS. М.: Географический факультет МГУ, 2020 [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://iowq750.github.io/Cartography/>, свободный, дата обращения: 01.11.2021
4. Серапинас Б.Б. Математическая картография. Учебник для вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 336 с.

### *Статьи:*

1. Нырцов М. В. Математическая картография сегодня // Геодезия и картография. — 2019. — Т. 80, № 1. — С. 52–57.
2. Нырцов М. В., Флейс М. Э. Классификация проекций трехосного эллипсоида // Геодезия и картография. — 2021. — № 7. — С. 18–26.

### *Дополнительная литература:*

1. Бугаевский Л.М., Вахрамеева Л.А. Геодезия. Картографические проекции: Справочное пособие. – М.: Недра, 1992. – 293с.
2. Бугаевский Л.М. Математическая картография: Учебник для вузов. – М.: 1998, - 400с.
3. Бугаевский Л.М. Теория картографических проекций регулярных поверхностей – М. «Златоуст», 1999, - 144с.
4. Вахрамеева Л.А., Бугаевский Л.М., Казакова З.Л. Математическая картография: Учебник для вузов. – М.: 1986, - 286с.
5. Гинзбург Г.А., Салманова Т.Д. Атлас для выбора картографических проекций. – Труды ЦНИИГАиК, вып. 110. – М.: 1957, - 239с.
6. Гинзбург Г.А., Салманова Т.Д. Пособие по математической картографии. – Труды ЦНИИГАиК, вып. 160. – М.: 1964, - 456с.
7. Мозжерин В.В. Практикум по картографии. Математическая основа карт (учебно-методическое пособие). Казань: Изд-во КГУ, 2005. – 99 с.
8. Соловьёв М.Д. Математическая картография. – М.: Изд-во «Недра», 1969, 288с.
9. Lev M. Bugaevsky and John P. Snyder. Map Projections. A Reference Manual. Taylor&Francis, 1995

10. Snyder, John P. Map projections: a working manual. USGS Professional Paper 1395. Washington, DC: United States Government Printing Office: 1987. –394p.
11. Snyder J. P., Voxland P. M. An Album of Map Projections. U.S. Geological Survey Professional Paper 1453. U.S. Government Printing Office: 1989. –249p.

- Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Adobe Illustrator
2. ESRI ArcGIS
3. FlexProjector by Bernhard Jenny (бесплатное ПО)
4. G.Projector by Robert B. Schmunk (бесплатное ПО)
5. Inkscape (бесплатное ПО)
6. QGIS (бесплатное ПО)

- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Основной сайт комиссии по картографическим проекциям при МКА [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://ica-proj.kartografija.hr/home.en.html>, свободный, дата обращения: 01.11.2021
2. Дополнительный сайт комиссии по картографическим проекциям при МКА [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.csiss.org/ica-map-projections/Links/Links.html#>, свободный, дата обращения: 01.11.2021
3. Carlos A. Furuti Map Projection Pages [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://mapref.org/StarProjectionsbyCarlosA.Furuti.html>, свободный, дата обращения: 01.11.2021
4. Dana P.H. Map Projection Overview [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://gisweb.massey.ac.nz/topic/webreferencesites/mapprojections/danatexas/mapproj.htm> , свободный, дата обращения: 01.11.2021
5. List of available Map Projections [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://map-projections.net/projections-list.php>, свободный, дата обращения: 01.11.2021
6. 50 Map Projections Types: A Visual Reference Guide [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://gisgeography.com/map-projection-types/> , свободный, дата обращения: 01.11.2021

- Описание материально-технической базы

Учебная аудитория с компьютерами и мультимедийным проектором

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — профессор кафедры картографии и геоинформатики Нырцов М.В., преподаватель: профессор кафедры картографии и геоинформатики Нырцов М.В.

11. Разработчики программы: Нырцов М.В., профессор кафедры картографии и геоинформатики Географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова