

**Белорусский государственный университет**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе и  
образовательным инновациям  
 О.Н. Зюрок  
«09» декабря 2020 г.  
Регистрационный № УД- 9634 /уч.

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ГЕОГРАФИИ**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальностей:**

**1-31 02 01 География (по направлениям)  
направление специальности  
1– 31 02 01–02 География (Научно-педагогическая деятельность)  
1-33 01 02 Геоэкология**

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 02 01-2013, ОСВО 1-33 01 02-2013 и учебных планов учреждения высшего образования № G31-151/уч., № G31з-172/уч. утвержденных 30.05.2013 г., № H33-011/уч., утвержденного 30.05.2013 г.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

А.А. Карпиченко, доцент кафедры почвоведения и геоинформационных систем Белорусского государственного университета, кандидат географических наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

А.В. Таранчук, заведующая кафедрой географии и методики преподавания географии УО «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат географических наук, доцент

С.И. Кузьмин, заведующий научно-исследовательской лабораторией экологии ландшафтов Белорусского государственного университета, кандидат географических наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой почвоведения и геоинформационных систем Белорусского государственного университета

(протокол № 4 от 11.11.2020 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 07.12.2020 г.)

Заведующий кафедрой  
почвоведения и геоинформационных систем

Н.В. Клебанович

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Математические методы в географии» преподается для студентов специальностей 1-31 02 01 География (по направлениям), направление специальности 1-31 02 01-02 География (научно-педагогическая деятельность), 1-33 01 02 Геоэкология на третьем курсе в шестом семестре. В рамках данной дисциплины студенты знакомятся с применением математических методов в географических и геоэкологических исследованиях.

В соответствии с образовательными стандартами данная учебная дисциплина подразумевает формирование у студентов ряда компетенций в области математического анализа и моделирования, анализа и математической обработки результатов полевых и экспериментальных исследований и измерений, оценки их достоверности.

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

**Целью** изучения учебной дисциплины «Математические методы в географии» является формирование знаний, умений и навыков в области математической обработки экспериментальной географической информации, использования современных математических методов и моделирования.

### **Задачи учебной дисциплины:**

- усвоение базового понятийно-терминологического аппарата, методов статистической обработки географической информации,
- освоение методов многомерного статистического анализа, прогнозирования и моделирования пространственного развития объектов, явлений и процессов.

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

Учебная дисциплина «Математические методы в географии» относится к **циклу** специальных дисциплин компонента учреждения высшего образования.

Программа составлена с учетом межпредметных **связей** с учебными дисциплинами «Высшая математика с основами информатики», «Методы географических исследований», «Методы геоэкологических исследований».

### **Требования к компетенциям**

В результате освоения программы учебной дисциплины специалист должен обладать следующими **профессиональными** компетенциями:

по специальности 1-31 02 01 География (по направлениям)

В научно-исследовательской деятельности:

ПК-2. Применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в геофизике, геохимии, экологии и других науках естественнонаучного профиля. Разрабатывать методические подходы, выбирать приборы и оборудование, картографические и справочные материалы и проводить научно-исследовательские работы в области наук о Земле.

ПК-5. Проводить анализ результатов полевых и экспериментальных исследований и измерений, оценивать их достоверность и осуществлять математическую обработку.

В проектно-изыскательской деятельности:

ПК-15. Выполнять анализ и математическую обработку результатов полевых и экспериментальных исследований в области наук о Земле.

В организационно-управленческой деятельности:

ПК-30. Анализировать и оценивать собранные данные, решать исследовательские и педагогические задачи с использованием методов комплексного системного анализа.

ПК-45. Готовить научные и учебно-методические доклады, материалы к мультимедийным презентациям на основе анализа информационных ресурсов, инновационных технологий, проектов и решений.

ПК-46. Знать современные проблемы природопользования, определять цели инновационной деятельности и способы их достижения.

ПК-47. Разрабатывать и применять методы анализа и организации внедрения инноваций.

ПК-48. Составлять договоры на выполнение научно-исследовательских работ, а также договоры о совместной деятельности по освоению новых технологий.

по специальности 1-33 01 02 Геоэкология

В научно-исследовательской деятельности:

ПК-2. Применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в геоэкологии и других науках естественнонаучного профиля.

ПК-6. Проводить анализ результатов полевых и экспериментальных исследований и измерений, осуществлять их математическую обработку и оценивать достоверность полученных результатов.

В проектно-изыскательской деятельности:

ПК-16. Выполнять анализ и математическую обработку результатов полевых и экспериментальных исследований в области геоэкологии.

В организационно-управленческой деятельности:

ПК-32. Анализировать и оценивать собранные данные, решать исследовательские и педагогические задачи с использованием методологии системного анализа.

ПК-47. Готовить научные и учебно-методические доклады, материалы к мультимедийным презентациям на основе анализа информационных ресурсов, инновационных технологий, проектов и решений.

ПК-49. Знать современные проблемы природопользования, определять цели инновационной деятельности и способы их достижения.

ПК-50. Разрабатывать и применять методы анализа и организации внедрения инноваций.

ПК-51. Составлять договоры на выполнение научно-исследовательских работ, а также договоры о совместной деятельности по освоению новых технологий.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- базовый понятийно-терминологический аппарат математической статистики, используемые математические методы;
- целевое назначение математических методов, условия и ограничения при их применении;
- алгоритмы выполнения многомерных анализов;
- способы интерпретации результатов математической обработки;

**уметь:**

- грамотно использовать понятийно-терминологический аппарат математической статистики;
- составить репрезентативные выборки, выявить ошибочные наблюдения (артефакты);
- выбрать необходимый метод обработки статистических данных, подготовить исходный материал для обработки;
- последовательно и грамотно выполнять алгоритмы проведения многомерных анализов;
- корректно сделать заключение по результатам математических вычислений и статистических анализов.

**владеть:**

- средствами статистической обработки экспериментальной географической информации;
- методиками многомерного статистического анализа.

### **Структура учебной дисциплины**

Дисциплина изучается в 6 семестре дневной формы получения высшего образования и в 8 семестре заочной формы получения высшего образования по направлению специальности 1-31 02 01-02 География (научно-педагогическая деятельность). Всего на изучение учебной дисциплины «Математические методы в географии» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 78 часов, в том числе 40 аудиторных часов, из них: лекции – 18 часов, лабораторные занятия – 18 часов, управляемая самостоятельная работа – 4 часа.

– для заочной формы получения высшего образования – 78 часов, в том числе – 10 аудиторных часов, из них: лекции – 6 часов, лабораторные занятия – 4 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – зачет.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Раздел 1. Введение. Элементы математической статистики

1.1. История развития и современное состояние применения математических методов в географических исследованиях. Цель и задачи математических методов в географии. Деление методов по их использованию при решении географических задач.

Отличие генеральной совокупности от выборочной. Способы определения минимально необходимого объема выборочной совокупности. Правила составления репрезентативных выборок. Выявление артефакта в выборке и условия его выбраковки. Сопутствующие выборочные показатели: ошибка выборочных показателей, ее использование; определение числа степеней свободы; используемые уровни доверительной вероятности и уровни значимости в географических исследованиях. Точность опыта.

1.2. Графическое представление вариационного ряда. Деление выборки на классы, установление размера класса. Показатели асимметрии и эксцесса. Типы теоретических распределений. Показатели среднего положения: мода, медиана, среднее арифметическое, гармоническое, квадратическое, кубическое, геометрическое, взвешенное и их использование.

Оценка показателей разброса вариантов в совокупностях: лимит, среднее квадратическое (сигма), средний квадрат отклонения (дисперсия), коэффициент варьирования и условия их использования в исследованиях.

Независимые и сопряженные выборочные совокупности, их отличие между собою и особенности их обработки при определении сходства или различия между исследуемыми объектами.

### Раздел 2. Методы установления сходства, классификация

2.1. Условия, при которых рассчитываются и применяются критерии Стьюдента ( $t$ ), наименьшее существенное различие (НСР), критерий Фишера ( $F$ ), хи-квадрат ( $\chi^2$ ), их вычисление.

2.2. Дисперсионный анализ. Условия использования дисперсионного анализа для доказательства сходства или различия между объектами исследования и оценки фактора, который влияет на объект. Этапы анализа для получения конечного результата. Вычисление критериев НСР или  $F$ , точности опыта.

2.3. Информационный анализ. Цель и условия применения информационного анализа в географических исследованиях. Определение степени разнообразия в ландшафтах. Использование показателей энтропии и критерия хи-квадрат для установления степени разнообразия и отличия в ландшафтах. Особенности использования информационного анализа при решении картографических задач.

2.4. Кластерный анализ. Цель и условия использования кластерного анализа. Этапы работы при проведении анализа. Построение дендрограммы и классификация объектов на его основе. Дискриминантный анализ: классификация с учителем и без учителя. Условия его использования.

### **Раздел 3. Методы установления связи между явлениями**

3.1. Корреляционный анализ. Цель и условия применения корреляционного анализа в географических исследованиях. Виды связей: стохастическая, детерминированная, парная, положительная и отрицательная линейная и нелинейная.

Предварительный способ определения вида связи с помощью графика. При каких условиях вычисляются коэффициент корреляции ( $r$ ) и корреляционное отношение ( $\eta$ ). Для каких целей и при каких условиях используется ранговая корреляция. Особенности установления рангов.

3.2. Регрессионный анализ. Для каких целей и при каких условиях используется регрессионный анализ в географических исследованиях. Виды регрессий: линейная и нелинейная, простая и множественная, односторонняя и двухсторонняя. Способы составления уравнений регрессии: способ использования двух-трех координат точек и способ суммы наименьших квадратов. Особенности составления уравнений регрессии при линейной, параболической и гиперболической зависимости.

3.3. Факторный анализ. Цель и условия использования факторного анализа в географических исследованиях. Метод главных компонент. Этапы работ при проведении анализа. Особенности интерпретации полученных результатов.

### **Раздел 4. Методы выявления оптимальных условий**

4.1. Методы линейного программирования в экономической географии для решения транспортных и других задач (оптимальные перевозки грузов, установление оптимальных границ сырьевых зон заводов по переработке сырья и т. д.). Виды и решение транспортных задач. Многоэтапные и многопродуктовые транспортные задачи. Решение задач на оптимальность.

### **Раздел 5. Методы установления закономерностей развития в пространстве объектов, явлений**

5.1. Методы теории графов. Сущность и определение мер связности, доступности, интеграции, централизации, компактности, формы, униполярности и других особенностей развития связей между объектами и самих объектов (меры в теории графов). Основные элементы теории графов. Типы основных классификационных схем, структуру которых можно наиболее удобно отразить в

форме графов: иерархическая, дихатомическая, таксономическая, многоаспектная (фасетная).

5.2. Географическое поле. Использование поля для составления комплексных географических карт. Наглядность в представлении материала на карте статистической поверхности. Способы отражения статистической поверхности на карте. Операции со статистическими поверхностями.

5.3. Моделирование в географии. Основные виды моделей: графические, картографические, математические, физические и их сочетания. Сущность процесса моделирования. Этапы работы. Применение математико-картографического моделирования при изучении территориальных аспектов структуры, развития и функционирования явлений в природе и хозяйственной деятельности. Статические и динамические модели.

5.4. Тренд-анализ, его использование для решения задач в разных отраслях физической и экономической географии, картографии, геоэкологии. Способы выявления закономерностей на основе мониторинга и прогноз развития явлений.



## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

Номер раздела, темы, занятия	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
1	<b>Введение. Элементы математической статистики</b>	<b>4</b>			<b>4</b>			
1.1	История развития и современное состояние применения математических методов в географических исследованиях. Генеральная и выборочная совокупности. Способы определения объема выборки. Правила составления репрезентативных выборок. Артефакт. Ошибка выборочных показателей, ее использование; степень свободы; уровни доверительной вероятности и уровни значимости. Точность опыта.	2						Опрос
1.2	Графическое представление вариационного ряда. Типы теоретических распределений. Показатели среднего положения. Оценка показателей разброса вариант в совокупностях и условия их использования в исследованиях.	2			4			Проверка РГР
2	<b>Методы установления сходства, классификация</b>	<b>4</b>			<b>4</b>		<b>2</b>	
2.1	Условия, при которых рассчитываются и применяются критерии Стьюдента (t), наименьшее существенное различие (НСР), критерий Фишера (F), хи-квадрат ( $\chi^2$ ), их вычисление.	2						Тест
2.2	Дисперсионный анализ. Условия использования дисперсионного анализа. Этапы анализа для получения конечного результата. Вычисление критериев НСР или F, точности опыта.				2			Проверка РГР
2.3	Информационный анализ. Цель и условия применения в географических исследованиях. Использование показателей энтропии и критерия хи-квадрат для установления степени разнообразия в ландшафтах. Особенности использования информационного анализа при решении картографических задач.						2	Опрос

2.4	Кластерный анализ. Цель и условия использования. Этапы работы при проведении анализа. Трансформация исходных данных. Вычисление метрик. Построение дендрограммы и классификация объектов на ее основе. Дискриминантный анализ.	2			2			Проверка РГР
3	<b>Методы установления связи между явлениями</b>	<b>4</b>			<b>6</b>			
3.1	Корреляционный анализ. Цель и условия применения корреляционного анализа в географических исследованиях. Виды связей и их определение с помощью графика. Условия вычисления коэффициента корреляции ( $r$ ) и корреляционного отношения ( $\eta$ ). Ранговая корреляция.	2			2			Тест, проверка РГР
3.2	Регрессионный анализ. Условия использования в географических исследованиях. Виды регрессий. Способы составления уравнений регрессии. Особенности составления уравнений регрессии при линейной, параболической и гиперболической связи.				2			Проверка РГР
3.3	Факторный анализ. Цель и условия использования факторного анализа в географических исследованиях. Метод главных компонент. Этапы работ при проведении анализа. Особенности интерпретации полученных результатов.	2			2			Тест, проверка РГР
4	<b>Методы выявления оптимальных условий</b>	<b>2</b>			<b>2</b>			
4.1	Методы линейного программирования. Основные понятия, терминология. Условия применения методов. Решение задач на оптимальность.	2			2			Проверка РГР
5	<b>Методы установления закономерностей развития в пространстве объектов, явлений</b>	<b>4</b>			<b>2</b>		<b>2</b>	
5.1	Методы теории графов. Основные элементы в теории графов. Условия применения и цель методов теории графов. Меры в теории графов.	2						Опрос
5.2	Географическое поле. Использование поля для составления комплексных географических карт. Способы отражения статистической поверхности на карте. Операции со статистическими поверхностями.				2			Опрос
5.3	Моделирование в географии. Основные виды моделей и их сочетаний. Сущность процесса моделирования. Применение математико-картографического моделирования при изучении территориальных аспектов структуры, развития и функционирования явлений в природе и хозяйственной деятельности.	2						Опрос
5.4	Тренд-анализ, его использование для решения задач в разных отраслях физической и экономической географии, геоэкологии. Способы выявления закономерностей на основе мониторинга и прогноз развития явлений.						2	Опрос, проверка РГР

### Заочная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы, занятия	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
1	<b>Введение. Элементы математической статистики</b>	1						
1.1	История применения математических методов в географических исследованиях. Генеральная и выборочная совокупности. Репрезентативность выборки. Артефакт. Ошибка выборочных показателей, степень свободы, уровни доверительной вероятности и значимости. Точность опыта. Типы теоретических распределений. Показатели среднего положения. Показатели разброса вариантов.	1						Тест
2	<b>Методы установления сходства, классификация</b>	2			2			
2.1	Условия, при которых рассчитываются и применяются критерии Стьюдента (t), наименьшее существенное различие (НСР), критерий Фишера (F), хи-квадрат ( $\chi^2$ ), их вычисление.	1			2			Проверка РГР
2.2	Дисперсионный анализ. Условия использования дисперсионного анализа. Вычисление критериев НСР или F. Кластерный анализ. Цель и условия использования. Этапы работы при проведении анализа. Вычисление метрик. Построение дендрограммы и классификация объектов на ее основе.	1						Опрос
3	<b>Методы установления связи между явлениями</b>	2			2			
3.1	Корреляционный и регрессионный анализ. Цель и условия их применения. Виды связей и их определение с помощью графика. Ранговая корреляция. Способы составления уравнений регрессии.	1			2			Тест, проверка РГР
3.3	Факторный анализ. Цель и условия использования факторного анализа в географических исследованиях. Особенности интерпретации полученных результатов.	1						Опрос
5	<b>Методы установления закономерностей развития в пространстве объектов, явлений</b>	1						
5.3	Моделирование в географии. Основные виды моделей и их сочетаний.	1						Опрос

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### Основная

1. Чертко, Н.К. Математические методы в географии: учеб.-метод. пособие / Н.К. Чертко, А.А. Карпиченко. – Минск: БГУ, 2009. – 199 с.
2. Математические методы в географии: электронный учебно-методический комплекс для специальностей: 1-31 02 01 «География (по направлениям)», направление специальности: 1-31 02 01-02 «География (научно-педагогическая деятельность)»; 1-31 02 03 «Космоаэрокартография»; 1-33 01 02 «Геоэкология» / А.А. Карпиченко, Н.К. Чертко; БГУ, фак. географии и геоинформатики, каф. почвоведения и геоинформационных систем. – Минск: БГУ, 2019. – 61 с. №003026032020, Деп. в БГУ 26.03.2020. Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/241510>
3. Чертко, Н.К. Математические методы в географии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.К. Чертко, А.А. Карпиченко. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019. – 193 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84871.html>. – ЭБС «IPRbooks». – Дата доступа: 12.11.2020.

#### Дополнительная

1. Чертко, Н.К. Математические методы в физической географии: Учеб. пособие для геогр. спец. вузов / Н.К. Чертко. – Минск: «Университетское», 1987. – 151 с.
2. Пузаченко, Ю.Г. Математические методы в географических и экологических исследованиях / Ю.Г. Пузаченко. – М., 2004. – 410 с.
3. Боровиков, В. П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA. Учебное пособие для вузов / В.П. Боровиков. – Москва: Горячая Линия–Телеком, 2018. – 288 с.
4. Филандышева, Л.Б. Статистические методы в географии: учебно-методическое пособие / Л.Б. Филандышева, Е.С. Сапьян. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2015. – 164 с.
5. Карпиченко, А.А. Использование статистических методов для выявления особенностей накопления тяжелых металлов в поверхностных горизонтах почв / А.А. Карпиченко // Современные направления развития физической географии: научные и образовательные аспекты в целях устойчивого развития: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 13–15 нояб. 2019 г. – Минск: БГУ, 2019. – С. 127–130.
6. Гриценко, В.А. Математические методы в географии: учеб. пособие / В.А. Гриценко, Е.В. Белосевич, Е.К. Артищева. – Калининград: КГУ, 1999. – 75 с.

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

Формой текущей аттестации по дисциплине «Математические методы в географии» учебным планом предусмотрен зачет.

Итоговая оценка формируется на основе 3-х документов:

1. Правила проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования (Постановление Министерства образования Республики Беларусь от 29.05.2012 г. N 53).

2. Положение о рейтинговой системе оценки знаний студентов по дисциплине в БГУ (Приказ ректора БГУ № 189-ОД от 31.03.2020).

3. Критерии оценки знаний студентов по 10-бальной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь № 21-04-01/105 от 22.12.2003).

Оценка степени усвоения теоретического материала проверяется путем регулярного тестирования и опроса. Для оценки степени выполнения лабораторных работ и УСР студенты готовят расчетно-графические работы, которые проверяются преподавателем.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад форм текущего контроля знаний в оценку текущей успеваемости:

- тесты (среднеарифметическая величина отметок за все тесты) – 60 %;
- проверка расчетно-графических работ по лабораторным работам и УСР – 40 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и зачетной оценки с учетом их весовых коэффициентов. Вес оценки по текущей успеваемости составляет 40 %, зачетная оценка – 60 %.

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

Тема 2. Методы установления сходства, классификация

1. Информационный анализ. Использование показателей энтропии и критерия хи-квадрат для установления степени разнообразия в ландшафтах (2 ч).

Форма контроля – опрос.

Тема 5. Методы установления закономерностей развития в пространстве объектов, явлений

1. Тренд-анализ, его использование для решения задач в разных отраслях физической и экономической географии, геоэкологии. Способы выявления закономерностей на основе мониторинга и прогноз развития явлений (2 ч).

Форма контроля – опрос, проверка РГР.

## **Примерный перечень лабораторных занятий**

1. Графическое представление вариационного ряда. Установление типа распределения.
2. Описательная статистика.
3. Установление сходства или различия между двумя выборками с помощью t-критерия Стьюдента.
4. Однофакторный дисперсионный анализ.
5. Корреляционный и регрессионный анализ.
6. Кластерный анализ.
7. Форма распределения и корреляция.
8. Факторный анализ.
9. Линейное программирование. Решение задачи на оптимальность. Форма контроля – проверка расчетно-графических работ.

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

При организации образовательного процесса используется сочетание **практико-ориентированного подхода и проектного обучения**, которое предполагает:

- освоение содержание образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения конкретных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- приобретение навыков для решения исследовательских задач.

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

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, методические указания по выполнению практических работ; материалы текущего контроля и текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в том числе вопросы для подготовки к зачету, вопросы для самоконтроля, список рекомендуемой литературы).

Студентам предлагается самостоятельное рассмотрение ряда вопросов, что предполагает углубленное изучение основной и дополнительной литературы, электронных источников.

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

### Примерный перечень вопросов к зачету

1. Цель и задачи математических методов в географии.
2. Ранговая корреляция.
3. Генеральная и выборочная совокупность.
4. Регрессионный анализ, виды регрессий.
5. Определение объема выборочной совокупности.
6. Способы составления уравнения регрессии.
7. Правила составления репрезентативных выборок.
8. Моделирование линейного уравнения регрессии.
9. Артефакт и его использование.
10. Моделирование нелинейного уравнения параболической зависимости.
11. Ошибки выборочных критериев.
12. Моделирование нелинейного уравнения гиперболической зависимости.
13. Степень свободы и ее использование.
14. Факторный анализ и его использование.
15. Определение точности опыта, использование показателя.
16. Этапы факторного анализа.
17. Графическое представление вариационного ряда. Деление выборки на классы.
18. Интерпретация результатов факторного анализа.
19. Показатели асимметрии и эксцесса.
20. Области применения линейного программирования.
21. Теоретические распределения.
22. Виды транспортных задач.
23. Показатели среднего положения.
24. Показатели разнообразия выборки.
25. Правила составления цепи в матрице.
26. Независимые и сопряженные выборочные совокупности.
27. Использование и расчет критерия Стьюдента.
28. Использование и расчет наименьшей существенной разницы (НСР).
29. Использование и расчет критерия Фишера.
30. Использование и расчет критерия Пирсона.
31. Использование дисперсионного анализа.
32. Составление дисперсионного комплекса.
33. Информационный анализ и его применение.
34. Меры теории графов, их назначение.
35. Использование информационного анализа в картографии.
36. Основные элементы теории графов.
37. Кластерный анализ и условия его применения.
38. Классификация на основе теории графов.

39. Этапы вычислений в кластерном анализе.
40. Географическое поле и его использование.
41. Правила построения дендрограммы в кластерном анализе.
42. Корреляционный анализ и его использование.
43. Виды связей между явлениями, объектами.
44. Условия для расчета коэффициента корреляции.
45. Моделирование в географии.
46. Условия для расчета корреляционного отношения.
47. Виды моделей и отбор информации.
48. Тренд-анализ.
49. Моделирование уравнения множественной регрессии.



**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО**

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1.			
2.			

**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  
\_\_\_\_\_ (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 202\_ г.)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Н. В. Клебанович

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета \_\_\_\_\_ Д.М. Курлович