

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

«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., № Н33-011/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 (χ^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 (η). 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 УСП	Формы контроля знаний
		лекции	практические занятия	семинарские занятия	лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение. Элементы математической статистики	4			4			
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	Методы установления сходства, классификация	4			4		2	
2.1	Условия, при которых рассчитываются и применяются критерии Стьюдента (t), наименьшее существенное различие (НСР), критерий Фишера (F), хи-квадрат (χ^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	Методы установления связи между явлениями	4			6			
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 (η). 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	Методы выявления оптимальных условий	2			2			
4.1	Методы линейного программирования. Основные понятия, терминология. Условия применения методов. Решение задач на оптимальность.	2			2			Проверка РГР
5	Методы установления закономерностей развития в пространстве объектов, явлений	4			2		2	
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	Введение. Элементы математической статистики	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	Методы установления сходства, классификация	2			2			
2.1	Условия, при которых рассчитываются и применяются критерии Стьюдента (t), наименьшее существенное различие (НСР), критерий Фишера (F), хи-квадрат (χ^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	Методы установления связи между явлениями	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	Методы установления закономерностей развития в пространстве объектов, явлений	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