

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
Кафедра биологии

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

С.Н. Щербич

(подпись, Ф.И.О.)

"30" сентября 2019 г.

(дата дополнений и изменений)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Математические методы в биологии**

образовательной программы высшего образования –  
программы магистратуры  
06.04.01 – Биология  
Направленность:  
«Микробиология»

Форма обучения: очная, очно-заочная

Курган 2019

Рабочая программа учебной дисциплины «Математические методы в биологии» составлена в соответствии с учебными планами по программе магистратуры «Биология» («Микробиология»), утвержденными:

- для очной формы обучения «29» августа 2019 года;
- для заочной формы обучения «29» августа 2019 года.

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена на заседании кафедры «Биология» «30» августа 2019 года, протокол № 1

Рабочую программу составили

Доцент кафедры  
Биологии



М.А. Ковинька

Согласовано:

Заведующий кафедрой  
биологии



О.В. Козлов

Специалист по учебно-методической работе  
учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

Начальник Управления  
образовательной деятельности



С.Н. Синицын

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: Зачетных единицы – 108 часа.

### Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		3
<b>Аудиторные занятия (всего часов), в том числе:</b>	<b>44</b>	<b>44</b>
Лекции	10	10
Лабораторные работы	-	-
Практические занятия	34	34
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>64</b>	<b>64</b>
Подготовка к зачету	18	18
Другие вид самостоятельной работы	46	46
<b>Вид промежуточной аттестации:</b>	<b>зачет</b>	
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам в часах:</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

### Очно-заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		3
<b>Аудиторные занятия (всего часов), в том числе:</b>	<b>22</b>	<b>22</b>
Лекции	6	6
Лабораторные работы	-	-
Практические занятия	16	16
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>86</b>	<b>86</b>
Подготовка к зачету	18	18
Другие вид самостоятельной работы	68	68
<b>Вид промежуточной аттестации:</b>	<b>зачет</b>	
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам в часах:</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ» входит в вариативную часть Блока 1 программ бакалавриата «Биология», раздел «Дисциплины по выбору», читается в 3-м семестре (очная и очно-заочная форма обучения).

Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Современные проблемы биологии;
- Компьютерные технологии в биологии;
- Биоморфология семенных растений.

Результаты обучения по дисциплине необходимы для освоения ряда дисциплин профессионального цикла в рамках программы «Биология»:

- Фитохорология и география растений
- Генетика растений;
- Экологические и физиолого-биохимические основы изменчивости растений.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

**Цель освоения дисциплины** – знакомство обучающихся с многомерными методами исследования массовых биологических процессов и явлений; их математическим аппаратом. В курсе излагаются основные понятия, приемы, математические методы и модели, предназначенные для организации сбора, стандартной записи, систематизации, свертки и обработки многомерных статистических данных с целью их удобного представления, интерпретации, получения научных и практических выводов. Курс нацелен на оснащение студентов знаниями и навыками в области основ выявления и биологической интерпретации многомерных данных, их прикладного статистического анализа, построения, идентификации и верификации статистических моделей анализируемых явлений, компьютерной реализации излагаемых приемов и методов.

**Задачами дисциплины.** В результате изучения дисциплины, обучающиеся должны знать основные методы многомерного анализа данных: метод главных компонент, факторный анализ, дискриминантный анализ, регрессионные методы, многомерное шкалирование, нейронные сети. Должны иметь представление об операциях над матрицами и об их соответствии геометрическим преобразованиям в многомерном пространстве.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

ПК3 - способность применять методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований, использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры); ПК-5с готовностью использовать знание нормативных

документов, регламентирующих организацию проведения научно-исследовательских и производственно-технологических биологических работ (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры); ПК-9- владение навыками формирования учебного материала, чтения лекций, готовность к преподаванию в общеобразовательных организациях, а также в образовательных организациях высшего образования и руководству научно-исследовательской работой обучающихся, умением.

Представлять учебный материал в устной, письменной и графической форме для различной категории слушателей.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- Знать и использовать стандартные пакеты статистических программ при построении интегральных показателей и отборе наиболее информативных переменных и снижении размерностей анализируемых моделей (ПК3);

-Знать как линейные, так и нелинейные методы анализа взаимного расположения объектов в многомерном пространстве (ПК9);

-Уметь интерпретировать получаемые результаты с биологической точки зрения (ПК3)

- Владеть навыками построения и проведения биологического эксперимента и прогнозирования (ПК9, ПК5)

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Учебно-тематический план

#### Очная форма обучения

Рубеж дисциплины	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Введение в многомерный анализ биологических данных	1	4	-
Рубеж 1	2	Предварительная работа с данными в популяционных исследованиях	1	4	
Рубеж 1	3	Линейная алгебра	1	4	
Рубеж 1	4	Внутривыборочная изменчивость	1	4	
Рубежный контроль №1			1	1	-

Рубеж 2	5	Межвыборочная изменчивость	1	4	-
Рубеж 2	6	Внешние факторы как возможные причины изменчивости	1	4	
Рубеж 2	7	Нелинейные методы	1	4	
Рубеж 2	8	Временные ряды	1	4	
Рубежный контроль №2			1	1	-
Всего:			<b>10</b>	<b>34</b>	-

### Очно-заочная форма обучения

Рубеж дисциплины	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Введение в многомерный анализ биологических данных	0,5	2	-
Рубеж 1	2	Предварительная работа с данными в популяционных исследованиях	0,5	2	
Рубеж 1	3	Линейная алгебра	0,5	2	
Рубеж 1	4	Внутривыборочная изменчивость	0,5	2	
Рубежный контроль №1			1	2	
Рубеж 2	5	Межвыборочная изменчивость	0,5	1	
Рубеж 2	6	Внешние факторы как возможные причины изменчивости	0,5	1	
Рубеж 2	7	Нелинейные методы	0,5	1	
Рубеж 2	8	Временные ряды	0,5	1	

Рубежный контроль №2	1	2	-
Всего:	6	16	-

## 4.2. Содержание лекционных занятий:

**Тема 1. Введение в многомерный анализ биологических данных.** Необходимость многомерной обработки биологических данных. Геометрический подход: анализ расположения объектов в многомерном пространстве и направлений их изменчивости через корреляции с признаками. История (Ф.Гальтон, К.Пирсон, Р.Фишер, Г.Хотеллинг). Современное состояние: главные компоненты (факторный анализ), множественная регрессия, дискриминантный анализ, канонический анализ, шкалирование, карты Кохонена, нейронные сети. Возможность визуализации. Оценка достоверности и ее роль.

**Тема 2. Предварительная работа с данными в популяционных исследованиях.** Объекты. Признаки - свойства объектов, позволяющие отличать их друг от друга и измерять расстояние между ними. Типы признаков. Допустимые преобразования и сравнения. Средние и дисперсии выборки. Нормировки.

**Тема 3. Линейная алгебра.** Скаляры, вектора. матрицы. Евклидово пространство, точки, вектора, наборы векторов. Евклидово расстояние между точками, углы между векторами. Операции сложения и умножения. ортогональные, диагональные и единичные матрицы. Преобразования: перенос, поворот, растяжение. Центроиды, дисперсия. Корреляционная матрица. Собственные вектора. Главные компоненты. Повороты (факторный анализ).

**Тема 4. Внутривыборочная изменчивость.** Многомерный анализ как средство поиска биологического смысла при анализе изменчивости биологических объектов. Методы исследования: главные компоненты, факторный анализ. Отсечение дальних компонент. Примеры.

**Тема 5. Межвыборочная изменчивость.** t-критерий. Дискриминантный анализ. Проблема коллинеарности. Метод Царапкина. Объединенная внутривыборочная изменчивость. Предварительная обработка методом главных компонент.

**Тема 6. Внешние факторы как возможные причины изменчивости.** Линейная регрессия. Проекция. Проблема коллинеарности. Регрессия на главные компоненты.

**Тема 7. Нелинейные методы.** Нейронные сети. Неевклидовы расстояния и меры сходства-различия. Многомерное шкалирование.

**Тема 8. Временные ряды.** Теорема Такенса. Фазовые портреты. Гладкие и главные компоненты временных рядов. Методы прогноза временных рядов. Примеры.

## 4.3. Практические занятия

### 1. Введение в многомерный анализ биологических данных

Выполнение Задания №1 из методических указаний к практическим занятиям по курсу математические методы в ботанике и микробиологии (Мочалов, 2017).

### 2. Предварительная работа с данными в популяционных исследованиях.

Выполнение Задания №2 из методических указаний к практическим занятиям по курсу

математические методы в ботанике и микробиологии (Мочалов, 2017)

### **3. Линейная алгебра.**

Выполнение Задания №3 из методических указаний к практическим занятиям по курсу математические методы в ботанике и микробиологии (Мочалов, 2017)

Рубежный контроль №1 – 1 ч.

### **4. Внутривыборочная изменчивость**

Выполнение Задания №4 из методических указаний к практическим занятиям по курсу математические методы в ботанике и микробиологии (Мочалов, 2017)

### **5. Межвыборочная изменчивость**

Выполнение Задания №5 из методических указаний к практическим занятиям по курсу математические методы в ботанике и микробиологии (Мочалов, 2017)

### **6. Внешние факторы как возможные причины изменчивости**

Выполнение Задания №6 из методических указаний к практическим занятиям по курсу математические методы в ботанике и микробиологии (Мочалов, 2017)

### **7. Нелинейные методы**

Выполнение Задания №7 из методических указаний к практическим занятиям по курсу математические методы в ботанике и микробиологии (Мочалов, 2017)

### **8. Временные ряды.**

Выполнение Задания №8 из методических указаний к практическим занятиям по курсу математические методы в ботанике и микробиологии (Мочалов, 2017)

Рубежный контроль №2 – 1 ч.



## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Математические методы в биологии» преподается в течение 3 семестра, в виде лекций и практических занятий, на которых происходит объяснение, усвоение, основного материала и специальной терминологии; на заключительном этапе выполняется исследовательская работа по одной из тем курса.

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующего практического задания.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Залогом качественного выполнения практических работ является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале практических занятий.

Преподавателем запланировано применение на практических занятиях технологий коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения практических заданий и защиты отчетов, а также обсуждение результатов выполнения работ.

Для текущего контроля успеваемости преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям, к рубежным контролям, подготовку к зачету. Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

## Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.	
	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения
<b>Самостоятельное изучение тем раздела</b>	25	56
Предварительные математические методы в биологических исследованиях	3	7
Многомерная обработка экспериментальных данных	3	7
Ортогональные, диагональные и единичные матрицы.	3	7
Биологический смысл при анализе изменчивости биологических объектов	3	7
Дискриминантный анализ.	3	7
Межвыборочная изменчивость.	4	7
Теорема Такенса. Фазовые портреты	3	7
Внешние факторы как возможные причины изменчивости	3	7
Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)	4	4
Подготовка к практическим работам (по 1 ч на практическую работу)	17	18
Подготовка к аттестации по дисциплине (зачет)	18	18
<b>Всего:</b>	<b>64</b>	<b>86</b>

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности магистрантов в КГУ.
2. Отчеты магистрантов по практическим занятиям
3. Перечень вопросов к зачету.
4. Банк заданий к рубежному контролю 1, 2.

## 6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы магистрантов по дисциплине

### Очная форма обучения

№	Наименование	Содержание						
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения магистрантов на первом учебном занятии)	Распределение баллов						
		Вид учебной работы:	Посещение лекций и практических занятий	Выполнение и защита отчетов по практическим работам	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Рубежный контроль №3	Зачет
		Балльная оценка:	До 22	До 32	До 7	До 7	-	До 30
	Примечания:	22 занятия по 1 баллу	16 x 26	-	-	-	-	
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – незачтено; 61...73 – зачтено; 74... 90 – зачтено; 91...100 – зачтено.						
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине	<p>Для допуска к промежуточной аттестации (зачету) магистрант должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить все практические работы.</p> <p>Для получения зачета «автоматически» магистранту необходимо набрать следующее минимальное количество баллов: - 61 для получения «автоматически» оценки «зачтено».</p>						
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) магистрантов для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации (зачету) набрана сумма менее 50 баллов, магистранту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных практических работ.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение и защита пропущенной практической работы (при невозможности дополнительного проведения лабораторной работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной практической работы самостоятельно) – до 8 баллов.</li> </ul> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>						

### Очно-заочная форма обучения

№	Наименование	Содержание						
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения магистрантов на первом учебном занятии)	Распределение баллов						
		Вид учебной работы:	Посещение лекций и практических занятий	Выполнение и защита отчетов по практическим работам	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Рубежный контроль №3	зачет
		Балльная оценка:	До 11	До 16	До 23	До 20	-	До 30
Примечания:	11 занятия по 1 баллу	8 x 26	-	-	-	-		
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – неудовлетворительно; 61...73 – удовлетворительно; 74... 90 –хорошо; 91...100 –отлично.						
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине	Для допуска к промежуточной аттестации (зачету) магистрант должен набрать не менее 50 баллов и выполнить все практические работы и рубежные контроли. Для получения экзаменационной оценки «автоматически» магистранту необходимо набрать следующее минимальное количество баллов: - 61 для получения «автоматически» «зачтено».						
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) магистрантов для получения недостающих баллов в конце семестра	В случае если к промежуточной аттестации набрана сумма менее 50 баллов, магистранту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных практических работ. Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем): - выполнение и защита пропущенной практической работы (при невозможности дополнительного проведения практической работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной практической работы самостоятельно) – до 8 баллов. Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.						

### 6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в форме устного опроса, а зачет в виде теста.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает с магистрантами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты заданий для рубежного контроля № 1 и № 2 состоят из 10 вопросов для очной и очно-заочной формы обучения.

На каждое тестирование при рубежном контроле магистранту отводится время не менее 30 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты опроса каждого магистранта по количеству правильных ответов (один правильный ответ – один балл), а также по одному баллу за каждый правильный ответ на дополнительный вопрос, и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Зачетный тест состоит из 30 вопросов. Количество баллов по результатам зачета соответствует количеству правильных ответов магистранта на вопросы теста. Время, отводимое магистранту на экзаменационный тест, составляет 1 астрономический час.

Результаты текущего контроля успеваемости и зачета заносятся преподавателем в зачетную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачета, а также выставляются в зачетную книжку магистранта.

#### **5.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и зачета**

##### ***Примерный перечень вопросов для рубежного контроля № 1:***

1. В чем суть геометрического подхода в биологических исследованиях?
2. Что служит моделью биологического объекта при геометрическом подходе?
3. Что служит моделью различий между объектами при геометрическом подходе?
4. Чем объекты отличаются от признаков?
5. Какие типы признаков используются в многомерном анализе данных?
6. Что такое транспонирование матрицы?
7. Что такое центрирование и нормирование признаков?
8. Как перевести количественный признак в порядковый?
9. Как перевести в количественный качественный признак с двумя градациями?
10. Как перевести в набор количественных признаков качественный признак с более чем двумя градациями?
11. Можно ли обрабатывать порядковые и качественные признаки по формулам для количественных признаков?
12. Что такое скаляр?

13. Что такое вектор?
14. Что такое матрица?
15. Как определяется скалярное произведение векторов?
16. Как определяется сложение матриц?
17. Как определяется умножение матриц?
18. Что такое единичная матрица?
19. Что такое диагональная матрица?
20. Что такое ортогональная матрица?
21. Какое геометрическое преобразование соответствует центрированию признаков?
22. Какое геометрическое преобразование соответствует нормированию признаков?
23. Какое геометрическое преобразование соответствует умножению матрицы «объект-признак» на ортогональную матрицу?
24. Что такое линейная комбинация признаков?
25. Как линейная комбинация признаков соотносится с произведением матрицы на вектор?
26. Чему произвольная линейная комбинация признаков соответствует в многомерном пространстве объектов?
27. Что такое корреляционная матрица?
28. Что такое собственный вектор корреляционной матрицы?
29. Что такое собственные значения корреляционной матрицы?
30. Что является главной компонентой исходной матрицы «объект-признак»?
31. Как устранить межвыборочную изменчивость в случае нескольких выборок с одинаковой ковариационной матрицей?
32. Как определяется главная дискриминантная ось?
33. Как провести дискриминантный анализ при вырожденности исходной матрицы «объект-признак»?

***Примерный перечень вопросов для рубежного контроля № 2:***

34. Что такое линейная регрессия в одномерном случае?
35. Что такое множественная линейная регрессия?
36. Как вычислить множественную линейную регрессию при вырожденности исходной матрицы «объект-признак»?
37. Указать пример, позволяющий дать биологическую интерпретацию направления в многомерном пространстве.
38. Какие нелинейные зависимости можно аппроксимировать нейронной сетью?
39. Что такое обучающая выборка?

40. Для чего нужна контрольная выборка?
41. Какое минимальное количество нейронов может содержать нейронная сеть?
42. Указать пример евклидовой меры различия между объектами.
43. Как вычислить вклады признаков в оси многомерного шкалирования?
44. Как представить отрезки временного ряда точками в многомерном пространстве?
45. Сколько переменных достаточно наблюдать для нахождения аттрактора многомерной динамической системы?
46. Как визуализировать аттрактор динамической системы?

***Примерный перечень вопросов для зачета:***

1. В чем суть геометрического подхода в биологических исследованиях?
2. Что служит моделью биологического объекта при геометрическом подходе?
3. Что служит моделью различий между объектами при геометрическом подходе?
4. Чем объекты отличаются от признаков?
5. Какие типы признаков используются в многомерном анализе данных?
6. Что такое транспонирование матрицы?
7. Что такое центрирование и нормирование признаков?
8. Как перевести количественный признак в порядковый?
9. Как перевести в количественный качественный признак с двумя градациями?
10. Как перевести в набор количественных признаков качественный признак с более чем двумя градациями?
11. Можно ли обрабатывать порядковые и качественные признаки по формулам для количественных признаков?
12. Что такое скаляр?
13. Что такое вектор?
14. Что такое матрица?
15. Как определяется скалярное произведение векторов?
16. Как определяется сложение матриц?
17. Как определяется умножение матриц?
18. Что такое единичная матрица?
19. Что такое диагональная матрица?
20. Что такое ортогональная матрица?
21. Какое геометрическое преобразование соответствует центрированию признаков?
22. Какое геометрическое преобразование соответствует нормированию признаков?
23. Какое геометрическое преобразование соответствует умножению матрицы «объект-

- признак» на ортогональную матрицу?
24. Что такое линейная комбинация признаков?
  25. Как линейная комбинация признаков соотносится с произведением матрицы на вектор?
  26. Чему произвольная линейная комбинация признаков соответствует в многомерном пространстве объектов?
  27. Что такое корреляционная матрица?
  28. Что такое собственный вектор корреляционной матрицы?
  29. Что такое собственные значения корреляционной матрицы?
  30. Что является главной компонентой исходной матрицы «объект-признак»?
  31. Как устранить межвыборочную изменчивость в случае нескольких выборок с одинаковой ковариационной матрицей?
  32. Как определяется главная дискриминантная ось?
  33. Как провести дискриминантный анализ при вырожденности исходной матрицы «объект-признак»?
  34. Что такое линейная регрессия в одномерном случае?
  35. Что такое множественная линейная регрессия?
  36. Как вычислить множественную линейную регрессию при вырожденности исходной матрицы «объект-признак»?
  37. Указать пример, позволяющий дать биологическую интерпретацию направления в многомерном пространстве.
  38. Какие нелинейные зависимости можно аппроксимировать нейронной сетью?
  39. Что такое обучающая выборка?
  40. Для чего нужна контрольная выборка?
  41. Какое минимальное количество нейронов может содержать нейронная сеть?
  42. Указать пример евклидовой меры различия между объектами.
  43. Как вычислить вклады признаков в оси многомерного шкалирования?
  44. Как представить отрезки временного ряда точками в многомерном пространстве?
  45. Сколько переменных достаточно наблюдать для нахождения аттрактора многомерной динамической системы?
  46. Как визуализировать аттрактор динамической системы?

## 6.5. Фонд оценочных средств



Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## **7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### ***7.1. Основная литература***

1. Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: Исследование зависимостей. –М.: Финансы и статистика, 1985. -487с.
2. Боровиков В.П., Боровиков И.П. STATISTICA® – Статистический анализ и обработка данных в среде Windows®. М.: «Филинь», 1997. 600с.
3. Васильева Л.А. Биологическая статистика. –Новосибирск: ИЦиГ СО РАН, 2000. 123с.
4. Горбань А.Н., Россиев Д.А. Нейронные сети на персональном компьютере. Новосибирск: Наука, 1996. 276с.
5. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. В 2-кн. -М.: Финансы и статистика, 1987. -351с.
6. Дэйвисон М. Многомерное шкалирование. М.: Финансы и статистика, 1988. 254с.
7. Кендалл М., Стьюарт А. Статистические выводы и связи. -М.: Наука, 1973. 899с.
8. Кендалл М., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. - М.: Наука, 1976. 736с.
9. Ланкастер П. Теория матриц. М.: Наука, 1978. -280с.
10. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287с.
11. Уильямсон М. Анализ биологических популяций. -М.: Мир, 1975. -271с.

### ***7.2. Дополнительная литература***

1. Александров А.Д., 1987. Основания геометрии. М: Наука. 288с.
2. Бобрецов А.В., Бешкарев А.Б., Басов В.А., Васильев А.Г., Ефимов В.М., Кудрявцева Э.Н., Мегалинская И.З., Нейфельд Н.Д., Сокольский С.М., Теплов В.В., Теплова В.П. Закономерности полувековой динамики биоты девственной тайги Северного Предуралья. - Сыктывкар: Госкомстат республики Коми, 2000. -206с.
3. Васильев А.Г., Фалеев В.И., Галактионов Ю.К., Ковалева В.Ю., Ефимов В.М., Елифанцева Л.Ю., Поздняков А.А., Дупал Т.А., Абрамов С.А.. Реализация морфологического разнообразия в природных популяциях млекопитающих. -Новосибирск: Издательство СО РАН, 2003. -232с. (2-е испр. изд. – 2004).
4. Гайдышев И. Анализ и обработка данных: специальный справочник. СПб: Питер, 2001. 752с.
5. Главные компоненты временных рядов: метод "Гусеница". (ред. Д.Л.Данилов, А.А.Жиглявский). СПб: СПбГУ, 1997. 308с.
6. Ефимов В.М., Галактионов Ю.К., Галактионова Т.А. Реконструкция и прогноз динамики численности водяной полевки по заболеваемости людей туляремией в Новосибирской области //Доклады РАН, 2003. -Т.388. -N4. –С.562-564.
7. Ефимов В.М., Галактионов Ю.К., Шушпанова Н.Ф. Анализ и прогноз временных рядов методом главных компонент. М.: Наука, 1988. –70с.

8. Ефимов В.М., Равкин Ю.С. Оценка связи неоднородности среды и распределения птиц Западной Сибири // Экология, 2004. №5, С.375-379.
9. Царапкин С.Р. Анализ дивергенции признаков между двумя географическими расами и двумя видами //Применение математических методов в биологии. -Л.: Изд-во ЛГУ, 1960. - Вып.1. -С.65-74.
10. VM Efimov, VY Kovaleva and AL Markel. A new approach to the study of genetic variability of complex characters // Heredity, 2005. V.94. P.101-107.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Мочалов А.С. Методические указания к практическим занятиям по курсу математические методы в ботанике и микробиологии. – Курган: Изд-во КГУ, 2017. – 28 с.

## **9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

При чтении лекций используются слайдовые презентации.

Минимальные требования к операционной системе и программному обеспечению компьютера, используемого при показе слайдовых презентаций: WindowsXP, FoxitReaderPro версия 1.3.

№	Интернет-ресурс	Краткое описание
1	<a href="http://www.ecosystema.ru/">http://www.ecosystema.ru/</a>	Интернет-ресурс по биологическому разнообразию с описанием представителей, иллюстрациями и методическими пособиями
2	<a href="http://en.edu.ru/">http://en.edu.ru/</a>	Портал является составной частью федерального портала "Российское образование". Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественно-научным дисциплинам (физика, математика, химия и биология).
3	<a href="http://www.edu.ru/">http://www.edu.ru/</a>	Федеральный портал «Российское образование»
4	<a href="http://ru.wikipedia.org">http://ru.wikipedia.org</a>	Энциклопедия Википедия
5	<a href="http://www.msu.ru">http://www.msu.ru</a>	Сайт Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова
6	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Электронная научная библиотека
7	<a href="http://obilog.ru">http://obilog.ru</a>	Электронная научная библиотека
8	<a href="http://ebio.ru">http://ebio.ru</a>	Электронная научная библиотека
9	<a href="http://bio.clow.ru">http://bio.clow.ru</a>	Электронная научная библиотека
10	<a href="http://lib.kgsu.ru/">http://lib.kgsu.ru/</a>	Библиотека КГУ

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Компьютерный класс, программное обеспечение, мультимедийное оборудование (переносной персональный компьютер, мультимедийный проектор, мультимедийный экран).

Аннотация к рабочей программе дисциплины  
«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БОТАНИКЕ И МИКРОБИОЛОГИИ»

образовательной программы высшего образования –  
программы магистратуры

**06.04.01 – Биология**

Направленность:  
**Микробиология**

Трудоемкость дисциплины: 3 ЗЕ (108 академических часа – очная форма);  
3 ЗЕ (108 академических часа – очно-заочная форма)

Семестр: 3 (очная и очно-заочная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: зачет

Содержание дисциплины

Необходимость многомерной обработки биологических данных. Геометрический подход: анализ расположения объектов в многомерном пространстве и направлений их изменчивости через корреляции с признаками. История (Ф.Гальтон, К.Пирсон, Р.Фишер, Г.Хотеллинг). Современное состояние: главные компоненты (факторный анализ), множественная регрессия, дискриминантный анализ, канонический анализ, шкалирование, карты Кохонена, нейронные сети. Возможность визуализации. Оценка достоверности и ее роль. Объекты. Признаки - свойства объектов, позволяющие отличать их друг от друга и измерять расстояние между ними. Типы признаков. Допустимые преобразования и сравнения. Средние и дисперсии выборки. Нормировки. Скаляры, вектора. матрицы. Евклидово пространство, точки, вектора, наборы векторов. Евклидово расстояние между точками, углы между векторами. Операции сложения и умножения. ортогональные, диагональные и единичные матрицы. Преобразования: перенос, поворот, растяжение. Центроиды, дисперсия. Корреляционная матрица. Собственные вектора. Главные компоненты. Повороты (факторный анализ). Многомерный анализ как средство поиска биологического смысла при анализе изменчивости биологических объектов. Методы исследования: главные компоненты, факторный анализ. Отсечение дальних компонент. Примеры. t-критерий. Дискриминантный анализ. Проблема коллинеарности. Метод Царапкина. Объединенная внутривыборочная изменчивость. Предварительная обработка методом главных компонент. Линейная регрессия. Проекция. Проблема коллинеарности. Регрессия на главные компоненты. Нейронные сети. Неевклидовы расстояния и меры сходства-различия. Многомерное шкалирование..