

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки
Институт биологии развития
им. Н.К. Кольцова РАН

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИБР РАН
доктор биологических наук,
член-корреспондент РАН

А.В. Васильев

«31» мая 2017 г.



Рабочая программа обязательной дисциплины
«Математическая статистика в биологии»
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению
подготовки 06.06.01 Биологические науки
профиль подготовки: **03.02.07 Генетика (основной) и 03.02.04 Зоология
(дополнительный); 03.03.04 Клеточная биология, цитология, гистология
(основной) и 03.02.04 Зоология (дополнительный)**

Москва
2017 год

Программа составлена в соответствии с утвержденным Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации) - Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации 30.07.2014 № 871.

Программа разработана в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук (ИПЭЭ РАН).

Адаптирована в качестве обязательной дисциплины дополнительных профилей подготовки 03.02.07 Генетика (основной) и 03.02.04 Зоология (дополнительный); 03.03.04 Клеточная биология, цитология, гистология (основной) и 03.02.04 Зоология (дополнительный)

1. Цели и задачи дисциплины

Статистика разрабатывает математические методы систематизации и использования статистических данных для научных и практических выводов. Статистический анализ данных - неотъемлемая составляющая любого научного исследования в современной биологии.

Цели изучения данной дисциплины - овладение основами и инструментарием современной математической статистики, в частности, методами анализа данных в пакете программ Statistica v. 8.0 (StatSoft, Tulsa, OK, USA).

2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В результате изучения дисциплины аспиранты должны получить теоретические знания и выработать практические умения и навыки по статистическому анализу данных в зоологии. Это включает

ЗНАНИЯ - типы статистических данных; выборка; генеральная совокупность; описательная статистика: среднее значение, медиана, мода, стандартное отклонение, дисперсия, квартили, квантили, процентиля, размах; частотные распределения случайных величин; свойства распределений; дискретные и непрерывные распределения; свойства нормального распределения: стандартная ошибка среднего, доверительный интервал, центральная предельная теорема; распределение Стьюдента; тестирование гипотез в статистике: нулевая и альтернативная гипотезы, уровень значимости, двусторонние и односторонние тесты, ошибки 1го и 2го рода, мощность теста; одновыборочный t-критерий Стьюдента, двухвыборочный t-критерий Стьюдента для независимых выборок; двухвыборочный t-критерий Стьюдента для связанных выборок; условия проведения параметрических статистических тестов; дисперсионный анализ ANOVA: сложная нулевая гипотеза, F-распределение, однофакторный дисперсионный анализ, эффект множественных сравнений, апостериорные тесты, поправка Бонферрони, критерии Тьюки, Ньюмена-Кейлса, Даннетта; анализ контрастов, дисперсионный анализ связанных групп, многофакторный дисперсионный анализ; корреляции и регрессии: коэффициент корреляции Пирсона, коэффициент корреляции Спирмана, коэффициент конкордантности Кендалла, простая линейная регрессия, анализ остатков, множественная регрессия; непараметрические методы анализа данных: трансформация данных (логарифмирование, извлечение квадратного корня, арксинусная трансформация), критерии Манна-Уитни, Колмогорова-Смирнова, Вилкоксона, знаковый тест, критерии Крускал-Уоллеса, Фридмана, медианный тест; критерии согласия: критерии χ^2 Пирсона, поправка Йейтса, критерии Колмогорова-Смирнова, Лиллиефорса, Шапиро-Вилкса; частотные критерии: критерии χ^2 Пирсона, точный

критерий Фишера, критерий Мак-Немара; дискриминантный анализ, факторный анализ, многомерное шкалирование, кластерный анализ.

УМЕНИЯ - планировать постановку эксперимента и сбор данных исходя из возможных методов статистического анализа; подбирать статистические критерии, адекватные задачам исследования.

НАВЫКИ - анализ статистических данных в пакете программ Statistica.

В результате освоения обязательной дисциплины формируются следующие компетенции:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК 2).

- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

- готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК 4);

- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК 1);

- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК 2);

- способность интегрировано применить знания из разных областей биологии (эмбриология, генетика развития, клеточная биология, генетика поведения, нейроиммунология) и биоинформатики для понимания закономерностей формирования и функционирования организма и его отдельных систем, принципов системной организации и адаптации, закономерности взаимодействия со средой с учетом современных достижений в решении комплексных исследовательских физиологических задач (ПК 1);

- способность проводить физиологический анализ, самостоятельно ставить задачу исследования, ориентируясь на наиболее актуальные проблемы физиологии, имеющие значение для понимания принципов и регуляции функционирования отдельного органа или организма в целом; грамотно планировать физиологический эксперимент личный и проводимый в группе, а также реализовывать его на практике (ПК 2).

- способность к комплексному, систематическому и оптимальному анализу полученных научно-исследовательских результатов для формирования собственной тематики исследований и представления их в современных рейтинговых формах – интернет ресурсы, публикации, гранты, патенты (ПК-3).

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего ч/зе	Семестры /час	
		III	IV
Общая трудоемкость	108 /3	54	54
Аудиторные занятия	54/1,5	22	32
Лекции	18/0,5	8	10
Лабораторно-практические занятия (ЛПЗ) и (или) другие виды аудиторных занятий	36/1,0	14	22
Самостоятельная работа.	50/1,40	32	18
Зачет	2/0,05		2
Экзамен	2/0,05		2

В процессе изучения дисциплины практические занятия предусматривают решение конкретных задач с помощью статистических методов на модельных выборках в пакете программ Statistica.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, из которых 18 - лекции и 36 - практические занятия, 50 часов - индивидуальные занятия и самостоятельная работа.

В течение 3 - 4 семестров аспиранты включаются в исследования, ведущиеся в ИПЭЭ РАН.

Формой итогового контроля для аспирантов является сдача экзамена по специальности

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины	Всего	Лекции	ЛПЗ	Сам. раб.	Зачет	Экзаме н
Раздел 1. Основные понятия математической		3	6	8		
1. Описательная статистика		1	2	2		
2. Частотные распределения случайных величин		1	2	3		
3. Тестирование гипотез в статистике		1	2	3		
Раздел 2. Критерии Стьюдента и методы дисперсионного		3	6	8		
1. Критерии Стьюдента		1	2	2		
2. Дисперсионный анализ ANOVA		1	2	3		
3. Многофакторный дисперсионный анализ		1	2	3		
Раздел 3. Корреляции и регрессии		3	6	10		
1. Корреляции		1	2	5		
2. Основы регрессионного анализа		2	2	5		
Раздел 4. Непараметрические методы Статистики и частотные критерии		3	9	12		
1. Условия проведения параметрических тестов и		1	3	4		
2. Непараметрические методы статистики		1	3	4		
3. Частотные критерии		1	3	4		
Раздел 5. Многомерные методы статистики		6	9	12		

1. Дискриминантный анализ		2	3	4		
2. Факторный анализ и многомерное		2	3	4		
3. Кластерный анализ		2	3	4		
Зачет					2	
Экзамен						2
ИТОГО	108	18	36	50	2	2

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные понятия математической статистики

4.2.1. Описательная статистика

Понятия выборки и генеральной совокупности; параметры выборки и генеральной совокупности: среднее значение, медиана, мода, стандартное отклонение, дисперсия, квартили, квантили, процентиля, размах.

4.2.2. Частотные распределения случайных величин

Свойства распределений; дискретные (биномиальное, Бернулли, Пуассона, геометрическое и др.) и непрерывные распределения (нормальное, логнормальное и др.); свойства нормального распределения. Стандартная ошибка среднего, доверительный интервал. Центральная предельная теорема; распределение Стьюдента.

4.2.3. Тестирование гипотез в статистике

Нулевая и альтернативная гипотезы, уровень значимости, двусторонние и односторонние тесты, ошибки 1го и 2го рода, мощность теста. Оценка и изменение мощности теста.

Раздел 2. Критерии Стьюдента и методы дисперсионного анализа

4.2.4. Критерии Стьюдента

одновыборочный t-критерий Стьюдента, двухвыборочный t-критерий Стьюдента для независимых выборок; двухвыборочный t-критерий Стьюдента для связанных выборок

4.2.5. Дисперсионный анализ ANOVA

сложная нулевая гипотеза, F-распределение, однофакторный дисперсионный анализ, эффект множественных сравнений, апостериорные тесты, поправка Бонферрони, критерии Тьюки, Ньюмена-Кейлса, Даннетта; анализ контрастов.

4.2.6. Многофакторный дисперсионный анализ

дисперсионный анализ связанных групп, многофакторный дисперсионный анализ (Multiway ANOVA, MANOVA).

Раздел 3. Корреляции и регрессии

4.2.7. Корреляции

коэффициент корреляции Пирсона, коэффициент корреляции Спирмана, коэффициент конкордантности Кендалла

4.2.8. Основы регрессионного анализа

Простая линейная регрессия, анализ остатков, множественная регрессия.

Раздел 4. Непараметрические методы статистики и частотные критерии

4.2.9. Условия проведения параметрических тестов и трансформация данных

Понятия гомогенности дисперсий; соответствие выборок нормальному распределению (критерии Колмогорова-Смирнова, Лиллиефорса, Шапиро-Вилкса). Трансформация данных (логарифмирование, извлечение квадратного корня, арксинусная трансформация)

4.2.10. Непараметрические методы статистики

Критерии Манна-Уитни, Колмогорова-Смирнова, Вилкоксона, знаковый тест, критерии Крускал-Уоллеса, Фридмана, медианный тест.

4.2.11. Частотные критерии

Критерии согласия: критерии χ^2 Пирсона, поправка Йейтса; частотные критерии: критерии χ Пирсона, точный критерий Фишера, критерий Мак-Немара и др.

Раздел 5. Многомерные методы статистики

4.2.12. Дискриминантный анализ

Область применения дискриминантного анализа в сравнении с иными многомерными методами. Дискриминантный анализ. Понятие дискриминантной функции. Методы кросс-валидации.

4.2.13. Факторный анализ и многомерное шкалирование.

Поиск структуры и иерархии переменных. Уменьшение числа переменных в анализе. Метод главных компонент. Условия проведения факторного анализа. Многомерное шкалирование как альтернатива факторному анализу при невозможности его проведения.

4.2.14. Кластерный анализ

Методы классификации данных. Методы объединения объектов в кластеры. Построение деревьев классификации. Интерпретация данных.

4.3. Контрольные вопросы для оценки качества освоения дисциплины

1. понятия описательной статистики
2. частотные распределения случайных величин; свойства распределений;
3. свойства нормального распределения: стандартная ошибка среднего, доверительный интервал
4. центральная предельная теорема; распределение Стьюдента
5. тестирование гипотез в статистике
6. мощность теста
7. одновыборочный t-критерий Стьюдента, двухвыборочный t-критерий Стьюдента для независимых выборок
8. двухвыборочный t-критерий Стьюдента для связанных выборок

9. дисперсионный анализ ANOVA: сложная нулевая гипотеза, F-распределение, эффект множественных сравнений
10. апостериорные тесты, поправка Бонферрони, критерии Тьюки, Ньюмена-Кейлса, Даннетта
11. анализ контрастов
12. дисперсионный анализ связанных групп
13. многофакторный дисперсионный анализ
14. коэффициент корреляции Пирсона
15. коэффициент корреляции Спирмана, коэффициент конкордантности Кендалла
16. простая линейная регрессия
17. анализ остатков, множественная регрессия
18. трансформация данных (логарифмирование, извлечение квадратного корня, арксинусная трансформация)
19. критерий Манна-Уитни,
20. критерий Вилкоксона, знаковый тест,
21. критерий Крускал-Уоллеса,
22. критерий Фридмана
23. медианный тест
24. критерии согласия
25. критерии χ^2 Пирсона и поправка Йейтса
26. условия проведения параметрических статистических тестов
27. проверка соответствия выборки нормальному распределению (критерии Колмогорова-Смирнова, Лиллиефорса, Шапиро-Вилкса)
28. частотные критерии: критерии χ^2 Пирсона и точный критерий Фишера критерий Мак-Немара
29. дискриминантный анализ
30. факторный анализ и многомерное шкалирование
31. кластерный анализ.

4. Учебно-методическое обеспечение дисциплины. Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Догель В.А. Зоология беспозвоночных. Учебник. Гриф МО РФ. Учебник для студентов биологических специальностей университетов / под ред. Полянского Ю.И. - М.: ЛЕНАНД, 2017. - 620 с., цв.ил. ISBN 978-5-9710-4592-1
2. Ермаков Л. Н., Прусевич Н. А. Системы органов животных. Сравнительная морфология отдельных систем органов у различных типов животных: учебное пособие. - Инфра-М, 2016. - 162 с. ISBN: 978-5-16-011726-3.
3. Зюганов В.В., Зюганова М.В. Симбиоз «жемчужница-лосось». - М.: ООО ЛЭЭБ, 2014 - 168 с.
4. Козлов С.А., Сибен А.Н., Лящев А.А. Зоология позвоночных животных: учебное пособие для ВУЗов. - Лань, 2017. - 324 с. ISBN: 978-5-8114-2428-3.
5. Павлинов И.Я. Основания биологической систематики: история и теория: учебно - методическое пособие. Сборник трудов Зоологического музея МГУ. Том 55. - Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2018. - 786 с. ISBN 978-5-6040749-9
6. Ризниченко Г.Ю. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов в 2-х частях. Часть 1. Учебник для бакалавриата и магистратуры. - М., Издательство Юрайт, 2019. - 210 с. ISBN 978-5-534-07872-5

7. Ризниченко Г.Ю. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов в 2-х частях. Часть 2. Учебник для бакалавриата и магистратуры. - М., Издательство Юрайт, 2019. - 211 с. ISBN 978-5-534-07872-9

Дополнительная литература

1. Левушкин СИ, Шилов И.А. Общая зоология: Учебник для студентов биологических спец. вузов. - М.: Высшая школа, 1994. - 432 с.
2. Мартынов А., Коршунова Т.А. Моллюски морей России. - М.: Фитон+, 2011. - 232 с.
3. Наумов Н.И., Карташев Н.Н. Зоология позвоночных: Учебник для биологических спец. Университетов. 4.1, 2. - М.: Высшая школа. 1979. - 272 с.
4. Флора и фауна Белого моря: иллюстрированный атлас/ под ред. А.Б. Цетлина, А.Э. Ждан, Н.Н. Марфенина. - М.: КМК, 2010. - 471 с.
5. Хадорн Э., Венер Р. Общая зоология. - М.: Мир. 1989. - 528 с.

Статьи

1. Яблоков А.В. О дозовом и экологическом подходах в оценке числа смертей при радиационных авариях (на примере Чернобыльской катастрофы) / В кн.: Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. - Томск : SKr, 2016. С. 733-736.
2. Захаров В.М. Гомеостатические механизмы биологических систем: постановка проблемы // Онтогенез. 2014. Т. 45. № 3. С.137.
3. Hurlburt R.T. Comprehending behavioral statistics. 4rd ed. (или 3rd ed, 2003), - Wadsworth/Thomson Learning, Belmont, 2006.
4. Боровиков В. Популярное введение в программу Statistica. КомпьютерПресс. 2000.

Электронные книги

(сайт **ИБР** **библ.** **с** **ограниченным** **доступом**
<http://idbras.ru/?show=content43>)

1. Бызова Ю. Б., М. С. Гиляров, В. Дунгер, А. А. Захаров, Л. С. Козловская, Г. А. Корганова, Г. П. Мазанцева, В. П. Мелецис, И. Прассе, Ю. Г. Пузаченко, Л. Б. Рыбалов, Б. Р. Стриганова. Количественные методы в почвенной зоологии - М.: Наука, 1987. - 288 с.
2. Пантелеева Н.Ю. (сост.) Математические методы в зоологии. Учебно-методическое пособие по специальности 011600 - "Биология". - Воронеж: ВГУ, 2003. - 23 с.
3. Вестхайде В., Ригер Р. (ред.). Зоология беспозвоночных в двух томах. Том 1: от простейших до моллюсков и артропод. Пер. с нем. под ред. проф. А.В. Чесунова. — М.: Т-во научных изданий КМК, 2008. ISBN 978-5-87317-491-1
4. Вестхайде В., Ригер Р. (ред.). Зоология беспозвоночных в двух томах. Том 2: от артропод до иглокожих и хордовых Пер. с нем. под ред. проф. А.В. Чесунова. — М.: Т-во научных изданий КМК, 2008. ISBN 978-5-87317-491-1
5. Гапонов С.П. Пособие по курсу "Зоология позвоночных" (Раздел "Бесчелюстные. Рыбы"). - Воронеж, 2005.
6. Догель, В. А. Зоология беспозвоночных 7-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 1981. — 606 с.: ил. ББК 28.691Д59
7. Жеглов С.В. Зоология позвоночных. - Рязань, 2017.
8. Зоология позвоночных: теория и практика : [учеб.-метод.пособие] / Н. В. Погодина, В. А. Коровин, О. С. Загайнова, О. С. Госькова ; [науч. ред. В. Л.

- Вершинин] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. - Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. - 104 с.
9. Карташев Н.Н., Соколов В.Е., Шилов И.А. Практикум по зоологии позвоночных Учеб. пособие для студентов вузов. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Аспект Пресс, 2004.
— 383 с. ISBN: 5-7567-0359
10. Кузнецов Б.А., Чернов А.З., Катанова Л.Н. Курс зоологии, 4-е изд., перераб. и доп.
— М.: Агропромиздат, 1989. — 399 с. — ISBN 5-10-000460-6.
11. Левушкин С.И., Шилов И.А. Общая зоология. - М.: Высшая школа, 1994. — 432 с.
— ISBN 5-06-002210-2.
12. Лопатин И.К., Мелешко Ж.Е. Зоология беспозвоночных. - Минск: БГУ, 2006. - 247 с. - ISBN: 978-985-518-141-6
13. Никольский А.М. Занимательная зоология. - Л.: Время, 1929.
14. Нумеров А.Д., Труфанова Е.И. Класс птицы. Класс млекопитающие: Практикум. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2005. - 49 с.
15. Общая зоология: Учебник / Э.Хадорн, Р.Венер / Пер. с нем. Д.В.Попова, Н.В.Хмелевской, А.В.Чесунова, О.И.Чибисовой. - М., Мир, 1989 - 521 с.
16. Пантелеева Н.Ю., Негрбов О.П. Зоология. Основы экологии. - Воронеж, 2000.
17. Резанов А.Г. Зоология в таблицах, схемах и рисунках. - М., 2005. 272с.
18. Ромашов Б.В., Хицова Л.Н., Труфанова Е.И., Ромашова Н.Б. Методика гельминтологических исследований позвоночных животных: Учебно-методическое пособие. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2003. - 37 с.
19. Рупперт Э. Э. Зоология беспозвоночных: Функциональные и эволюционные аспекты: учебник для студ. вузов: в 4 т. Т. 2. Низшие целомические животные / Эдвард Э. Рупперт, Ричард С. Фокс, Роберт Д. Варне; пер. с англ. Т. А. Ганф, А. И. Грановича, Н. В. Ленцман, Е. В. Сабанеевой; под ред. А. А. Добровольского и А. И. Грановича. — М. : Издательский центр «Академия», 2008. — 448 с. — ISBN: 978-57695-3495-9.
20. Рупперт Э.Э. Зоология беспозвоночных. В 4 т. Том 3. Членистоногие. - М.: Академия, 2008. — 496 с.
21. Рупперт Э.Э. Зоология беспозвоночных. В 4 томах. Том 4. Циклонейралии, щупальцевые и вторичноротые. - М.: Академия, 2008. — 352 с. — ISBN 978-57695-3497-3.
22. Рупперт Э.Э., Фокс Р.С., Барнс Р.Д. Зоология беспозвоночных. Функциональные и эволюционные аспекты. В 4 томах. Том 1. Протисты и низшие многоклеточные. - М.: Академия, 2008. — 496 с. — ISBN 978-5-7695-3493-5.
23. Сабунаев В. Занимательная зоология. - Л.: Детская литература, 1976.
24. Смирнов Д.Г. Основы систематики и экологии животных. - Пенза, 2016.
25. Стойко Т.Г., Ермаков О.А. Зоология. - Пенза, 2015.
26. Труфанова Е.И., Климов А.С. Зоология позвоночных. Млекопитающие: Методические указания. - Воронеж, 2002. - 17с.
27. Леск А. Введение в биоинформатику. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.
28. Малков П.Ю. Количественный анализ биологических данных: Учебное пособие, Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2009. - 71 с.
29. Ефимов В.М., Ковалева В.Ю. Многомерный анализ биологических данных. Учебное пособие. 2-е исправленное и дополненное издание. "Институт систематики и экологии животных СОРАН, Лаборатория зоологического мониторинга. Инновационный центр защиты растений (ВИЗР РАСХН)". СПб, 2008 - 87 с.

30. Пантелеева Н.Ю. (сост.) Математические методы в зоологии. Учебно-методическое пособие по специальности 011600 - "Биология". - Воронеж: ВГУ, 2003. - 23 с.

6. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Методика преподавания дисциплины «Математическая статистика в биологии» предусматривает проведение лекций, практических занятий и самостоятельную работу аспирантов.

Каждая лекция содержит логически завершенную информацию для последующего проведения практических занятий. Главной задачей лекций является определение направления изучения данного курса по конкретной теме, формирование концептуальных теоретических знаний, позволяющих аспирантам самостоятельно изучить дополнительные материалы с учетом специфики их научных и профессиональных интересов.

Лекция, как правило, строится в соответствии со следующей типовой схемой:

- введение, в котором представлена подборка общих теоретических сведений по изучаемой теме лекции;
- постановка задачи, содержащая практические примеры и логические предпосылки последующих методических и методологических положений;
- подробный пошаговый разбор статистических критериев, позволяющих решить поставленную задачу;
- рассмотрение условий, которым должны удовлетворять данные для использования этих критериев; обзор возможных областей применения критериев; интерпретация результатов анализа; указания того, как следует приводить результаты данных критериев в научном тексте;
- выводы и обобщения, помогающие закрепить изученный материал; разбор нескольких задач по теме лекции вместе с аспирантами.
-

Профильные журналы (открытый доступ к печатным версиям в библиотеке ИБР)

1. Генетика
2. Доклады Российской академии наук
3. Журнал общей биологии
4. Известия РАН, серия Биологическая
5. Молекулярная биология
6. Онтогенез
7. Успехи современной биологии
8. Acta zoological
9. American zoologist
10. Biological reviews
11. Canadian journal of fisheries and aquatic sciences
12. Chromosoma
13. Development
14. Developmental biology
15. Development growth and differentiation
16. Differentiation
17. Genes and development
18. Genetics

19. Hereditas
20. Heredity
21. Journal of genetics
22. Nature
23. Proceedings of the national academy of sciences of the U SA
24. Proceedings of the Royal society (London, Edinburg)
25. Science
26. Somatic cell and molecular genetics
27. Trends in genetics
28. Zeitschrift fur wissenschaften zoologie
29. Zoologische anzeiger
30. Zoologische jahrbucher

Следующие электронные информационные ресурсы доступны со всех 218 компьютеров ИБР РАН

<https://apps.webofknowledge.com/> - Web of Science - наукометрическая база данных

<http://elibrary.ru> - eLIBRARY.RU - электронная библиотека научных публикаций.

<http://www.scopus.com/> - Scopus — наукометрическая база данных.

<https://link.springer.com/> - SpringerLink - книги и журналы издательства SpringerNature.

<https://www.orbit.com> - Questel-Orbit - патентная база.

<https://www.cambridge.org> - Cambridge UniversityPress (CUP) научные журналы, монографии, справочники, учебники, изданные Кембриджским университетом.

<https://www.aaas.org/> - AAAS, The American Association for the Advancement of Science) Science - издатель журнала Science

<http://www.sciencedirect.com> - Электронные ресурсы издательства Elsevier.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/> - PubMed.

<https://scholar.google.com/> - Google Scholar поисковая система по полным текстам научных публикаций.

<https://www.researchgate.net/> - ResearchGate.

<https://www.mendeley.com/> - Mendeley —система управления библиографическими списками^

<https://www.kopernio.com/?ref=search-alert> - Kopernio бесплатный доступ к полным текстам статей.

<https://elibrary.ru/titlerefgroup.asp?titlerefgroupid=3> - Архив журналов РАН Издательства "Наука".

<https://libnauka.ru> - Электронная библиотека Издательства "Наука"

<http://www.ibr.benran.ru/> - Библиотека Института биологии развития (подразделение БЕН РАН).

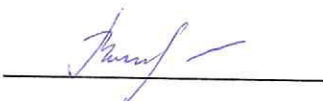
<http://www.benran.ru/> - Библиотека по естественным наукам Российской академии наук (БЕН).

<http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ).

<http://www.nbmgu.ru> - Научная Библиотека МГУ. <http://www.rsl.ru> - Российская государственная библиотека (РГБ) <http://idbras.ru/?show=content43> - Библиотека ИБР книг в электронном формате с ограниченным доступом.

Автор:

к.б.н. Н.А. Васильева



Согласовано:

Методист организатор

образовательной деятельности ИБР РАН



Хабарова М. Ю.

Рабочая программа обязательной дисциплины **«Математическая статистика в биологии»** утверждена на заседании Ученого совета Института биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН «31» мая 2017 г., Протокол № 6.