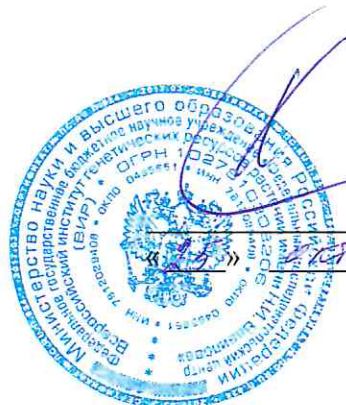


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ
ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ имени Н.И. ВАВИЛОВА» (ВИР)

УТВЕРЖДЕНО

Решением Ученого совета ВИР

Протокол № 19 от 24.10.2023.



УТВЕРЖДАЮ

Директор ВИР

Профессор РАН

Е.К. Хлесткина

2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ

Уровень образования:	высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации
Группа научных специальностей:	1.5 Биологические науки
Научная специальность:	1.5.7 Генетика
Форма обучения:	Очная

Санкт-Петербург

2023 г.

1. Общая характеристика дисциплины

1.1. Цель дисциплины:

Формирование у обучающихся теоретических представлений и практических навыков статистической обработки массивов данных генетических ресурсов растений (ГРР) в статистических пакетах прикладных программ.

1.2. Задачи дисциплины:

- изучение методологии современного статистического исследования ГРР;
- освоение спектра современных статистических методов сбора и обработки массивов данных ГРР;
- обоснование выбора метода исследования в зависимости от практической проблемы;
- освоение распространенных в биологических исследованиях статистических пакетов прикладных программ.

1.3. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры:

Дисциплина «Статистические методы в генетике и селекции растений» направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена, совершенствования интеллектуальных навыков и умений для дальнейшей научно-исследовательской деятельности.

1.4. Планируемые результаты обучения по дисциплине:

В результате освоения дисциплины «Статистические методы в генетике и селекции растений» аспиранты должны

знать:

- возможности информационных технологий в работе с ГРР;
- математические основы статистической обработки данных;
- статистическую парадигму;
- теоретические основы организации и проведения статистического наблюдения;
- статистическую методологию сбора, анализа, представления и интерпретации данных ГРР.

уметь:

- осуществлять выбор необходимого вида программы для выполнения конкретных задач в своей профессиональной деятельности;
- осуществлять количественный, доказательный анализ данных;
- использовать статистический подход к решению задач;
- организовать статистическое наблюдение;
- выбирать оптимальные методы сбора, представления, анализа и интерпретации данных ГРР.

владеть:

- навыками создания баз данных ГРР и их статистического анализа;
- математическим аппаратом современной статистики;
- методами статистического анализа;
- навыками организации статистического наблюдения;
- навыками сбора, представления, анализа и интерпретации данных ГРР.

1.5. Краткая аннотация дисциплины:

Дисциплина «Статистические методы в генетике и селекции растений» является сводкой наиболее распространенных современных статистических методов и их программной

реализации в исследовании ГРР. Данная дисциплина базируется на знании учащимися базовых статистических понятий и методов общей статистики, использует навыки работы с ПК и Интернет. Рассмотрена последовательность действий по всестороннему статистическому анализу ГРР: визуализация данных; базовая статистика, проверка формы распределения, дисперсионный анализ, корреляционный и регрессионный анализ, кластерный анализ, метод главных компонент, непараметрические методы, обработка бинарных данных.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1. Объем дисциплины и виды учебной деятельности:

Виды учебной деятельности	1 курс	Всего
Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего ак. часов	46	46
Лекционные занятия, ак. часов	10	10
Практические занятия, ак. часов	36	36
Промежуточная аттестация	зачет	
Самостоятельная работа обучающихся, всего ак. часов	62	62
Общая трудоемкость, ак. часов	108	108

2.2. Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности:

Наименования разделов (тем) дисциплины	Лекционные занятия, ак. часов	Практические занятия, ак. часов	Самостоятельная работа, ак. часов	Всего, ак. часов	Форма текущего контроля / промежуточной аттестации
Введение. Статистические пакеты для анализа данных ГРР	2	2	2	6	домашнее задание
Организация выборочного наблюдения коллекций ГРР	2	2	4	8	домашнее задание
Оценка параметров распределения		4	8	12	домашнее задание
Дисперсионный анализ	2	6	12	20	домашнее задание
Корреляция. Регрессия		4	8	12	домашнее задание
Кластерный анализ	2	4	8	14	домашнее задание
Метод главных компонент		6	12	18	домашнее задание
Непараметрическая статистика	2	4	6	12	домашнее задание
Анализ бинарных данных		4	2	6	домашнее задание
Промежуточная аттестация					зачет
Итого	10	36	62	108	

2.3. Содержание разделов (тем) дисциплины:

Наименования разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины
Введение. Статистические пакеты для анализа данных ГРР	Теория: Основные задачи анализа данных ГРР. Основные статистические методы решения задач анализа данных ГРР. Основные статистические пакеты для анализа данных ГРР. Практика: Основные пункты меню, импорт экспорт, отчеты в пакете Statistica.
Организация выборочного наблюдения коллекций ГРР	Теория: основы планирования эксперимента. Выборочные характеристики. Характеристики генеральной совокупности. Степенные и структурные характеристики. Практика в Statistica: визуализация данных, расчет базовых характеристик вариационного ряда, интервальных характеристик генеральной совокупности.
Оценка параметров распределения	Теория: параметрические распределения. Критерии согласия. Критерии нормальности распределения. Практика в Statistica: Проверка нормальности распределения критериями Шапиро-Уилка, Колмогорова-Смирнова, хи-квадрат
Дисперсионный анализ	Теория: t-критерий Стьюдента для независимых и зависимых выборок. Однофакторный, многофакторный дисперсионный анализ. Апостериорные критерии. Практика в Statistica: Сравнение контрастных групп t-критерием Стьюдента. Однофакторный дисперсионный анализ с использованием критериев НСР Фишера и Тьюки.
Корреляция. Регрессия	Теория: линейная, нелинейная связь переменных. Парная линейная корреляция. Значимость, сила коэффициентов корреляции. Множественная регрессия. Показатели качества регрессионной модели. Практика в Statistica: расчет коэффициентов корреляции. Построение моделей пошаговой регрессией.
Кластерный анализ	Теория: методы разведочного анализа. Методы кластерного анализа. Меры расстояния. Способы кластеризации. Практика в Statistica: стандартизация данных. Построение дендрограмм разными способами. Интерпретация кластеров.
Метод главных компонент	Теория: Методы снижения размерности пространства признаков. Латентные переменные. Собственное число. Факторные нагрузки. Факторные координаты. Практика в Statistica: определение числа главных компонент. Интерпретация факторных нагрузок. Гомогенные группы в пространстве главных компонент.
Непараметрическая статистика	Теория: непараметрические аналоги параметрических критериев: Вилкоксона, Манна-Уитни, Краскела-Уоллиса. Корреляции по Спирмену и Кендаллу. Практика в Statistica: расчет корреляций Спирмена. Сравнение двух групп критерием Манна-Уитни, нескольких групп - Краскела-Уоллиса.
Анализ бинарных данных	Теория: меры сходства/различия по бинарным данным. Оценка достоверности различий частот. Практика: анализ частот в Statistica. Кластерный, факторный анализ бинарных данных в программе DARwin

3. Текущий контроль и промежуточная аттестация по дисциплине. Оценочные материалы

3.1. Формы текущего контроля:

Проверки индивидуального домашнего задания, обсуждения результатов. За каждое задание выставляется оценка - 0, 0.5 или 1 балл.

3.2. Форма промежуточной аттестации:

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

3.3. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине:

Оценочные материалы для текущего контроля:

каждый обучающийся формирует индивидуальный пример данных оценки коллекции ГРР и исследует обсуждаемыми методами

Примеры заданий для текущего контроля:

1. По данным таблицы 1 построить гистограммы всех признаков, графики зависимости урожайности от факторных признаков.
2. По данным таблицы 1 рассчитать для всех переменных базовые статистические характеристики: среднюю, медиану, минимальное и максимальное значение, квартили, стандартное отклонение, коэффициент вариации, стандартную ошибку средней, асимметрию, эксцесс.
3. По данным таблицы 1 сравнить характеристики образцов гороха с обычным и усатым морфотипом.
4. По данным таблицы 1 методом дисперсионного анализа сравнить достоверность различий растений разного направления использования. Построить таблицу с характеристиками показателей в группах: среднее, стандартная ошибка. Построить графики типа «ящики с усами» для всех переменных – медиана, мин, макс, квартили. Проверить достоверность различий конкретных групп методами апостериорного анализа LSD и Тьюки HSD для неравных выборок.
5. По данным таблицы 1 построить таблицу корреляций признаков. Получить уравнение множественной регрессии урожайности: от всех факторных признаков, с последовательным включением переменных, с последовательным исключением переменных. Оценить значимость коэффициентов регрессии.
6. По данным таблицы 1 определить количество однородных групп в исследуемой совокупности по факторным признакам и их состав методом кластерного анализа.
7. По данным таблицы 1 определить структуру выборки и основные дифференцирующие факторы методом главных компонент по совокупности всех переменных.
8. По данным таблицы 1 в блоке «Непараметрическая статистика» рассчитать характеристики распределения балльной переменной «крупность боба» и визуализировать графиком «ящик с усами». Сравнить крупность боба у образцов с разным морфотипом и цветом семян с помощью критериев Манна-Уитни и Краскелла-Уоллиса соответственно.

Таблица 1. Хозяйственно ценные характеристики 60 образцов гороха

Название	Направление использования	Цвет семян	Морфотип листа	Урожайность, г/м ²	Масса зерна с растения, г	Число бобов на растении, шт.	Масса 1000 семян, г	Длина стебля, см	Крупность боба, балл	Число семян в бобе, шт	Число непродуктивных узлов, шт.	Всходы-цветение, сут.	Цветение-созревание, сут.	Всходы-созревание, сут.	Поражение гороховой зерновкой, %
Сорт 1	Зерновой	Зеленый	Обычный	83.4	10.8	19.6	204.0	75.2	6	6.0	13.0	44.0	38.0	82.0	32.0
Сорт 2	Зерновой	Желтый	Обычный	83.2	11.2	11.8	183.7	144.3	4	5.0	16.3	44.3	41.3	85.7	39.4
Сорт 3	Зерновой	Зеленый	Обычный	40.0	7.3	12.5	106.3	139.2	5	5.0	15.2	48.3	35.3	83.7	27.4
Сорт 4	Зерновой	Зеленый	Обычный	45.2	5.5	16.7	95.0	132.3	5	6.0	14.7	53.7	31.7	85.3	34.0
Сорт 5	Зерновой	Зеленый	Усатый	47.4	9.5	11.4	126.0	96.7	6	6.0	14.0	41.3	36.7	78.0	29.0
Сорт 6	Зерновой	Зеленый	Обычный	53.0	8.0	8.9	124.3	170.2	5	6.7	20.7	44.0	41.7	85.7	29.7
Сорт 7	Зерновой	Желтый	Усатый	59.0	7.6	22.6	117.0	85.7	5	6.0	16.3	52.0	35.0	87.0	36.0
Сорт 8	Зерновой	Желтый	Обычный	65.0	6.4	19.6	118.0	169.8	5	7.0	21.0	57.0	30.3	87.3	28.6
Сорт 9	Зерновой	Желтый	Обычный	71.8	11.0	10.0	209.0	201.8	7	6.0	22.8	50.3	35.7	86.0	41.0
Сорт 10	Зерновой	Желтый	Усатый	82.0	9.0	26.7	201.0	100.3	6	5.0	12.7	42.3	36.7	79.0	38.4
Сорт 11	Зерновой	Желтый	Усатый	93.4	10.0	11.1	220.3	102.0	6	5.3	12.7	43.3	32.3	75.7	39.3
Сорт 12	Зерновой	Желтый	Усатый	99.0	9.3	16.4	160.3	90.3	5	5.0	14.7	43.3	34.0	77.3	37.4
Сорт 13	Зерновой	Желтый	Усатый	99.2	10.4	14.8	218.7	87.0	6	5.7	12.7	42.7	38.7	81.3	40.1
Сорт 14	Зерновой	Зеленый	Обычный	109.4	15.5	12.6	188.0	58.2	7	7.3	12.7	43.7	30.0	73.7	26.5
Сорт 15	Зерновой	Желтый	Обычный	115.0	10.9	10.4	152.7	54.0	7	7.7	10.0	37.3	29.7	67.0	27.3
Сорт 16	Зерновой	Желтый	Обычный	115.2	10.6	13.7	126.7	126.2	6	6.0	15.0	53.0	32.3	85.3	29.0
Сорт 17	Зерновой	Зеленый	Обычный	121.0	16.7	15.4	211.3	148.7	7	6.0	12.5	40.0	34.0	74.0	31.0
Сорт 18	Зерновой	Желтый	Усатый	128.2	13.8	14.6	167.7	108.5	6	5.0	16.3	46.7	33.7	80.3	36.4
Сорт 19	Зерновой	Желтый	Обычный	135.6	15.7	12.3	170.7	127.3	5	6.0	18.0	47.7	35.0	82.7	37.0
Сорт 20	Зерновой	Зеленый	Обычный	136.8	11.2	14.1	200.0	93.8	7	6.7	13.8	41.7	34.0	75.7	26.7
Сорт 21	Кормовой	Бурый	Обычный	48.4	6.0	13.3	82.0	110.5	7	7.3	15.8	49.0	32.3	81.3	23.5
Сорт 22	Кормовой	Бурый	Обычный	53.4	9.0	9.3	139.0	108.8	5	7.0	20.2	55.0	32.7	87.7	24.6
Сорт 23	Кормовой	Бурый	Обычный	55.6	6.7	12.2	195.3	177.8	7	5.0	20.5	48.3	37.7	86.0	31.4
Сорт 24	Кормовой	Бурый	Обычный	62.4	10.7	22.0	106.3	135.2	5	6.7	14.7	52.3	34.7	87.0	25.7
Сорт 25	Кормовой	Бурый	Обычный	76.2	11.9	24.4	147.0	144.7	6	6.0	15.0	45.7	38.0	83.7	28.0
Сорт 26	Кормовой	Бурый	Обычный	80.2	11.6	12.1	140.7	105.8	7	7.0	14.2	43.0	34.3	77.3	24.6
Сорт 27	Кормовой	Бурый	Обычный	83.8	10.7	9.8	227.7	116.5	8	8.0	12.7	43.0	31.0	74.0	21.2
Сорт 28	Кормовой	Бурый	Обычный	84.2	12.0	18.8	160.3	169.3	5	5.0	16.3	38.7	42.0	80.7	31.4
Сорт 29	Кормовой	Бурый	Обычный	89.6	9.6	15.4	70.0	109.0	4	7.7	13.7	47.0	28.7	75.7	22.3
Сорт 30	Кормовой	Бурый	Обычный	91.4	12.4	10.9	198.0	111.3	7	6.7	16.5	47.7	34.0	81.7	25.7
Сорт 31	Кормовой	Бурый	Обычный	92.4	15.1	16.2	118.0	115.0	5	6.0	13.7	46.0	35.0	81.0	28.0
Сорт 32	Кормовой	Бурый	Обычный	97.6	11.6	20.3	96.3	170.0	4	7.0	18.5	52.0	32.3	84.3	24.6
Сорт 33	Кормовой	Бурый	Обычный	104.2	12.7	11.7	210.3	100.7	6	7.0	12.0	40.7	35.0	75.7	24.6
Сорт 34	Кормовой	Бурый	Усатый	112.4	16.6	15.6	192.3	79.0	7	6.0	15.8	51.0	33.7	84.7	28.0
Сорт 35	Кормовой	Бурый	Обычный	113.6	12.3	11.0	257.3	95.2	7	7.0	8.5	37.7	34.7	72.3	24.6
Сорт 36	Кормовой	Бурый	Обычный	113.8	10.8	11.2	156.0	105.5	7	7.0	13.3	44.0	31.7	75.7	24.6
Сорт 37	Кормовой	Бурый	Обычный	115.0	13.3	12.2	263.0	191.5	8	6.7	12.7	48.3	32.7	81.0	25.7
Сорт 38	Кормовой	Бурый	Обычный	189.2	17.2	17.2	160.0	129.8	7	8.0	15.5	45.3	30.0	75.3	21.2
Сорт 39	Кормовой	Бурый	Обычный	195.0	16.9	13.7	152.0	133.5	7	8.0	18.7	42.7	33.3	76.0	21.2
Сорт 40	Кормовой	Бурый	Обычный	200.4	17.4	32.8	141.3	182.3	6	6.0	19.8	50.3	31.3	81.7	28.0
Сорт 41	Овощной	Зеленый	Обычный	52.0	7.2	8.4	179.3	59.7	7	6.0	9.3	29.3	35.3	64.7	26.0
Сорт 42	Овощной	Зеленый	Обычный	57.8	10.4	15.7	147.0	81.3	7	7.3	9.8	43.3	37.0	80.3	14.5
Сорт 43	Овощной	Зеленый	Обычный	67.0	11.0	9.8	157.7	82.2	8	8.7	11.8	37.3	33.0	70.3	9.0
Сорт 44	Овощной	Зеленый	Обычный	87.4	8.5	8.2	153.3	64.0	8	7.0	7.8	36.7	33.0	69.7	17.6
Сорт 45	Овощной	Зеленый	Обычный	96.2	10.6	11.3	114.0	61.7	8	8.7	10.7	42.3	33.0	75.3	10.0
Сорт 46	Овощной	Зеленый	Обычный	97.4	12.6	12.6	165.3	85.0	8	8.7	13.3	46.0	39.3	85.3	10.0
Сорт 47	Овощной	Зеленый	Обычный	102.4	11.6	9.6	208.0	65.0	9	8.0	8.0	30.3	34.7	65.0	16.2
Сорт 48	Овощной	Зеленый	Обычный	108.0	11.6	7.6	221.0	62.2	8	7.3	9.8	33.3	34.3	67.7	15.5
Сорт 49	Овощной	Зеленый	Обычный	109.4	14.7	39.0	185.3	70.8	7	7.0	11.5	47.7	33.3	81.0	14.6
Сорт 50	Овощной	Зеленый	Обычный	124.2	13.1	16.2	159.7	62.7	8	8.0	12.8	41.3	36.7	78.0	19.2
Сорт 51	Овощной	Зеленый	Обычный	135.6	14.6	10.1	184.7	117.0	7	7.0	15.2	47.0	36.0	83.0	16.6
Сорт 52	Овощной	Зеленый	Обычный	140.2	17.8	15.2	131.0	75.5	8	8.7	13.3	46.7	28.3	75.0	12.0
Сорт 53	Овощной	Зеленый	Обычный	143.2	13.3	15.4	140.7	91.5	8	8.7	14.7	44.0	31.3	75.3	9.0

Сорт 54	Овощной	Зеленый	Обычный	147.2	13.3	12.8	259.0	99.0	9	8.0	14.8	39.0	31.3	70.3	8.2
Сорт 55	Овощной	Зеленый	Усатый	147.4	14.2	11.8	210.7	87.8	7	7.7	16.3	44.0	34.3	78.3	18.3
Сорт 56	Овощной	Желтый	Обычный	149.0	15.4	13.3	210.7	80.7	8	8.3	11.3	42.7	34.3	77.0	14.1
Сорт 57	Овощной	Зеленый	Обычный	153.2	15.4	11.4	217.0	96.7	9	10.0	12.3	45.0	36.3	81.3	4.4
Сорт 58	Овощной	Зеленый	Обычный	156.2	16.9	21.6	212.3	80.3	7	7.3	17.0	44.0	36.3	80.3	14.5
Сорт 59	Овощной	Зеленый	Обычный	160.2	16.1	12.8	155.3	94.3	8	7.7	11.8	42.0	32.7	74.7	13.3
Сорт 60	Овощной	Желтый	Обычный	202.4	19.7	22.0	166.0	137.7	8	6.7	15.2	43.0	31.0	74.0	25.7

Оценочные материалы для промежуточной аттестации:

Пример заданий для подготовки к зачету:

1. Основные статистические методы и пакеты решения задач анализа данных ГРР
2. Аналитический подход к разработке модели сорта. Критерии, учитываемые при этом.
3. Критерии согласия и критерии нормальности распределения.
4. Принципы определения численности исходной популяции для эффективного отбора
5. Дисперсионный анализ в селекции. Расчет генотип-средовых взаимодействий
6. Однофакторный, многофакторный дисперсионный анализ. Апостериорные критерии.
7. Методы разведочного анализа. Методы кластерного анализа. Меры расстояния. Способы кластеризации
8. Методы снижения размерности пространства признаков. Латентные переменные. Собственное число. Факторные нагрузки. Факторные координаты.
9. Непараметрические аналоги параметрических критериев: Вилкоксона, Манна-Уитни, Краскела-Уоллиса. Корреляции по Спирмену и Кендаллу.
10. Методы расчета генотип-средовых взаимодействий. Использование результатов в селекции
11. Линейная и криволинейная корреляция количественных признаков

3.4. Результаты промежуточной аттестации определяются оценками «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» означает успешное прохождение промежуточной аттестации по дисциплине.

Критерии оценки для проведения текущего контроля и зачета по дисциплине

Зачтено	Теоретическое содержание дисциплины освоено, сформированы необходимые компетенции согласно учебному плану и образовательной программе, большая часть предусмотренных рабочей программой дисциплины заданий выполнена. Аспирантом проводилась самостоятельная работа с материалами по дисциплине.
Не зачтено	Теоретическое содержание дисциплины не освоено, необходимые компетенции не сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины заданий не выполнено, либо выполнено не качественно, дополнительная самостоятельная работа по курсу аспирантом не проводилась.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

4.1. Перечень основной литературы:

1. Боровиков В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA. М.: Горячая линия - Телеком, 2013. 288 с.

2. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL. М.: ФОРУМ: ИНФРА 2004. 464 с.

3. Халафян А.А. Статистика 6. Статистический анализ данных. М.: Бином, 2010. 528 с.

4.2. Перечень дополнительной литературы:

4. Айвазян С. А., Бухштабер В. М., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности. М: Финансы и статистика, 1989. 607 с.

5. Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: исследование зависимостей. М.: Финансы и статистика, 1985. 487 с.

6. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика в задачах и упражнениях. - М: ЮНИТИ-ДАНА, 2001, 270 с.

7. Боровиков В. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. 2-е изд. Изд-во Питер, 2003. - 688 стр.

8. Доспехов Б.Н. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям (Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г.) Москва: Альянс, 2011. 350 с

9. Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы. – М.: Финансы и статистика, 2003. 352 с.

10. Елисеева И.И., Изотов А.В., Капралова Е.Б., Флуд Н.А., Щирин А.Н. Ред. И.И.Елисеева. Статистика М.: КНОРУС, 2006. 552 с.

11. Резник А.Д. Книга для тех, кто не любит статистику, но вынужден ею пользоваться (непараметрическая статистика в примерах, упражнениях и рисунках). СПб.: Речь, 2008. 265 с.

12. Симчера В.М. Методы многомерного анализа статистических данных. – М. Финансы и статистика, 2008. 400 с.

13. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М. 1963. 626 с.

4.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

14. Новикова Л.Ю., Тарасова О.Ю. Статистические методы анализа и моделирования. Методические указания по выполнению контрольной работы для студентов направления 010400.68 «Прикладная математика и информатика» СПб:ГУСЭ. 2012. 34 с.

15. Новикова Л.Ю. Методы статистической обработки фенотипических данных коллекций ГРР. Методические указания. СПб, ВИР, 2023

4.4. Перечень современных профессиональных баз данных и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<https://rosstat.gov.ru/>

<https://darwin.cirad.fr/>

5. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

5.1. Материально-техническое обеспечение:

Вид аудитории	Технические средства и оборудование
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Стол преподавателя - 1 шт. Кресло преподавателя - 1 шт. Конференц кресло мягкое с пюпитром - 104 шт., Стулья – 80 шт. Ноутбук с доступом к информационно-телекоммуникационной сети Интернет - 1 шт. Мультимедийный видеопроектор - 1 шт. Экран – 1 шт.
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Проектор, укомплектован специализированной мебелью и техническими средствами обучения, для представления учебной информации большой аудитории Ноутбук с доступом к информационно-телекоммуникационной сети Интернет - 15 шт.

5.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения:

Комплект лицензионного программного обеспечения: MS Windows 10 Лицензия № 66236852, MS Office 2016 Лицензия № 66236852.

В учебном процессе допускается применение онлайн-платформ Толк. Курс включает использование программного обеспечения Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point для подготовки текстового и табличного материала, графических иллюстраций. Методы обучения предполагают использование информационных технологий (компьютерное тестирование, демонстрация мультимедийных материалов). Задействованы Интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые 30 системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии, справочники, библиотеки, электронные учебные и учебно-методические материалы).