

**Учреждение образования  
«Международный государственный экологический институт  
им. А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета**

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора по учебной и  
воспитательной работе

МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ

\_\_\_\_\_ В.И. Красовский

«20» июня 2017

Регистрационный № УД-49-17/уч.

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОЛОГИИ**

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

**1-33 80 01 Экология**

2017 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта Республики Беларусь ОСВО 1-33 80 01-2013 и учебных планов по специальности 1-33 80 01 Экология.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

В.О. Лемешевский, доцент кафедры экологической медицины и радиобиологии учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат сельскохозяйственных наук;

А.Г. Сыса, доцент кафедры экологической медицины и радиобиологии учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат химических наук;

Н.М. Новикова, старший преподаватель кафедры экологической медицины и радиобиологии учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой кафедры экологической медицины и радиобиологии учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_);

Советом факультета экологической медицины учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_).

## I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Статистические методы в экологии» предназначена для обучения студентов на II ступени высшего образования по специальности 1-33 8001 Экология.

Дисциплина относится к циклу дисциплин специальной подготовки и направлена на развитие умений адекватного использования математических и статистических методов при планировании научных исследований, статистической обработке полученных данных, формулировке выводов.

Теоретическая основа дисциплины базируется на знаниях и умениях, полученных магистрами после освоения дисциплин математического и естественнонаучного, профессионального циклов бакалавриата («Информатика», «Статистические методы обработки экспериментальных данных», «Методика научных исследований»).

В результате освоения дисциплины «Статистические методы в экологии» приобретенные знания позволят выпускникам статистически обработать экспериментальные данные, полученные в результате выполнения научно-исследовательской работы в период прохождения научно-исследовательской практики, и успешно выполнить выпускную квалификационную работу.

**Целью** изучения дисциплины является подготовка специалиста к решению профессиональных задач с помощью компьютерной техники, расширение кругозора студента в области информатики и информационных технологий, прикладного программного обеспечения для обработки радиобиологических данных.

Задачи преподавания дисциплины состоят в:

- содействию приобретению студентами знаний и базовых понятий о прикладном программном обеспечении;
- создании условия для овладения обучающимися общих принципов работы компьютерной техники;
- формировании у студентов практического опыта применения прикладных программ в ходе решения прикладных задач, специфических для области их профессиональной деятельности.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

**знать:**

- классические и современные математические и статистические методы, основные математические модели, используемые в экологии;
- основные принципы работы с пакетами прикладных программ SPSS, Statistica, R;

**уметь:**

- производить отбор и модификацию эмпирических данных;
- осуществлять частотный анализ, анализ множественных ответов,

готовить таблицы сопряженности, непараметрические тесты. Осуществлять регрессионный анализ, дисперсионный анализ, дискриминантный анализ, факторный анализ, кластерный анализ результатов прикладных медико-экологических исследований;

- представлять результаты обработки в виде стандартных и интерактивных графиков;

- создавать таблицы, пригодные для презентации прикладных медико-экологических исследований;

**Характеристика используемых методов обучения.** При организации обучения рекомендуется использовать традиционные методы преподавания дисциплины: лабораторные занятия, а также элементы самостоятельной работы студентов. Обучение организуется с использованием традиционных и современных учебно-информационных ресурсов (компьютерных презентаций практических занятий), интерактивных ресурсов в локальной компьютерной сети института и Internet. Предполагается, что в процессе обучения будут использоваться средства вычислительной техники.

Самостоятельная работа студента организуется во время внеаудиторной работы с использованием следующих форм:

- решение ситуационных задач.

В соответствии с учебным планом изучение дисциплины «Статистические методы в экологии» рассчитано на объем 270 учебных часов (4,3 зачетных единицы), из них – 90 аудиторных часов. Примерноераспределение аудиторных часов по видам занятий: лекций – 20 часов, лабораторных работ – 70 часов. Форма текущей аттестации – экзамен в 1 семестре. Форма получения высшего образования – дневная.

Для заочной формы получения высшего образования II ступени всего 270 часов, из них аудиторных – 22 часа (6 часов лекций, 16 часов лабораторных занятий). Форма текущей аттестации – экзамен во 2 семестре.

## **II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **1. Статистическое моделирование в экологии**

Динамика размеров популяций. Математико-вероятностные модели в экологии. Теория мишени. Принципы и модели. Использование динамических моделей для изучения развития экосистем. Многомерные статистические методы в экологии. Прогнозирование основных экологических индикаторов.

### **2. Линейные модели в дисперсионном анализе**

Протокол разведочного анализа данных. Линейные модели дисперсионного анализа. Структура модельных объектов дисперсионного анализа. Оценка адекватности модели дисперсионного анализа. Дисперсионный анализ по Краскелу-Уоллису. Модели двух- и многофакторного дисперсионного анализа. Контрасты в линейных моделях, содержащих категориальные предикторы. Проблема множественных проверок статистических гипотез. Методы сравнения групповых средних в дисперсионном анализе.

### **3. Регрессионные модели зависимостей между количественными переменными**

Понятие «статистическая модель». Простая линейная регрессия. Модели регрессии при различных видах функции потерь. Критерии выбора моделей оптимальной сложности. Полиномиальные и нелинейные модели регрессии. Модель множественной регрессии и выбор ее спецификации. Процедуры диагностики моделей множественной регрессии. Гребневая и лассо-регрессия; использование главных компонент. Сравнение эффективности различных моделей при прогнозировании. Медиана для концентрированных данных. Графическое представление.

### **4. Пространственный анализ и создание картограмм**

Простая карта: использование растрового рисунка и подсчет расстояний. Анализ пространственного размещения точек. Использование сервисов картографической системы GoogleMaps. Создание картограмм.

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

для дневной формы получения высшего образования II ступени

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля занятий
		лекции	практические занятия	семинарские занятия	лабораторные занятия	иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>1</b>	<b>Статистическое моделирование в экологии</b>	<b>2</b>			<b>6</b>			
1.1	Динамика размеров популяций. Математико-вероятностные модели в экологии. Теория мишени. Принципы и модели. Использование динамических моделей для изучения развития экосистем. Многомерные статистические методы в экологии. Прогнозирование основных экологических индикаторов.	2			6			защита лабораторной работы
<b>2</b>	<b>Линейные модели в дисперсионном анализе</b>	<b>6</b>			<b>22</b>			-
2.1	Протокол разведочного анализа данных. Линейные модели дисперсионного анализа. Структура модельных объектов дисперсионного анализа. Оценка адекватности модели дисперсионного анализа. Дисперсионный анализ по Краскелу-Уоллису.	3			11			компьютерное тестирование, защита лабораторной работы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.2	Модели двух- и многофакторного дисперсионного анализа. Контрасты в линейных моделях, содержащих категориальные предикторы. Проблема множественных проверок статистических гипотез. Методы сравнения групповых средних в дисперсионном анализе	3			11			защита лабораторной работы
<b>3</b>	<b>Регрессионные модели зависимостей между количественными переменными</b>	<b>6</b>			<b>22</b>			
3.1	Понятие «статистическая модель». Простая линейная регрессия. Модели регрессии при различных видах функции потерь. Критерии выбора моделей оптимальной сложности. Полиномиальные и нелинейные модели регрессии.	3			11			компьютерное тестирование, защита лабораторной работы
3.2	Модель множественной регрессии и выбор ее спецификации. Процедуры диагностики моделей множественной регрессии. Гребневая и лассо-регрессия; использование главных компонент. Сравнение эффективности различных моделей при прогнозировании. Медиана для концентрированных данных. Графическое представление.	3			11			защита лабораторной работы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>4</b>	<b>Пространственный анализ и создание картограмм</b>	<b>6</b>			<b>20</b>			
4.1	Простая карта: использование растрового рисунка и подсчет расстояний. Анализ пространственного размещения точек.	3			10			компьютерное тестирование, защита лабораторной работы
4.2	Использование сервисов картографической системы GoogleMaps. Создание картограмм.	3			10			защита лабораторной работы
	<b>Итого</b>	<b>20</b>			<b>70</b>			



## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

для заочной формы получения высшего образования II степени

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля занятий
		лекции	практические занятия	семинарские занятия	лабораторные занятия	иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>1</b>	<b>Статистическое моделирование в экологии</b>	<b>1</b>			<b>2</b>			
1.1	Динамика размеров популяций. Математико-вероятностные модели в экологии. Теория мишени. Принципы и модели. Использование динамических моделей для изучения развития экосистем. Многомерные статистические методы в экологии. Прогнозирование основных экологических индикаторов.	1			2			защита лабораторной работы
<b>2</b>	<b>Линейные модели в дисперсионном анализе</b>	<b>2</b>			<b>6</b>			-
2.1	Протокол разведочного анализа данных. Линейные модели дисперсионного анализа. Структура модельных объектов дисперсионного анализа. Оценка адекватности модели дисперсионного анализа. Дисперсионный анализ по Краскелу-Уоллису.	1			3			компьютерное тестирование, защита лабораторной работы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.2	<p>Модели двух- и многофакторного дисперсионного анализа. Контрасты в линейных моделях, содержащих категориальные предикторы. Проблема множественных проверок статистических гипотез. Методы сравнения групповых средних в дисперсионном анализе</p>	1			3			защита лабораторной работы
<b>3</b>	<b>Регрессионные модели зависимостей между количественными переменными</b>	<b>2</b>			<b>6</b>			
3.1	<p>Понятие «статистическая модель». Простая линейная регрессия. Модели регрессии при различных видах функции потерь. Критерии выбора моделей оптимальной сложности. Полиномиальные и нелинейные модели регрессии.</p>	1			3			компьютерное тестирование, защита лабораторной работы
3.2	<p>Модель множественной регрессии и выбор ее спецификации. Процедуры диагностики моделей множественной регрессии. Гребневая и лассо-регрессия; использование главных компонент. Сравнение эффективности различных моделей при прогнозировании. Медиана для концентрированных данных. Графическое представление.</p>	1			3			защита лабораторной работы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>4</b>	<b>Пространственный анализ и создание картограмм</b>	<b>1</b>			<b>2</b>			
4.1	Простая карта: использование растрового рисунка и подсчет расстояний. Анализ пространственного размещения точек.	0,5			1			компьютерное тестирование, защита лабораторной работы
4.2	Использование сервисов картографической системы GoogleMaps. Создание картограмм.	0,5			1			защита лабораторной работы
	<b>Итого</b>	<b>6</b>			<b>16</b>			

## IV. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Перечень компьютерных программ

1. Пакет прикладных программ SPSS.
2. Пакет прикладных программ Statistica.
3. Среда для статистических вычислений R.

### Перечень методик диагностирования

Для аттестации студентов создаются фонды диагностических и оценочных средств, технологий и методик диагностирования.

Процесс диагностики предполагает:

- контрольные работы;
- рефераты;
- экзамен.

### Критерии оценок

Для оценки учебных достижений студентов используются критерии, предложенные Министерством образования Республики Беларусь.

## Учебно-методические материалы по дисциплине

### Основная литература

1. Наследов, А.Д. SPSS 19: Профессиональный статистический анализ данных / А.Д. Наследов. – СПб. : Питер, 2013. – 416 с.
2. Халафян, А.А. Учебник STATISTICA 6. Статистический анализ данных (3-е издание) / А.А. Халафян. – М. : Бином, 2009. – 512 с.
3. Лаптенко, С.А. Курс лекций «Статистические методы в биологии и медицине» / С.А. Лаптенко, И.В. Лазар. – Мн. : МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2007.
4. Новикова, Н.М. Статистические методы в биологии и медицине: учебно-методическое пособие / Н.М. Новикова. – Минск : МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2009. – 88 с.

### Дополнительная литература

5. Мастицкий, С.Э. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R/ С.Э.Мастицкий, В.К.Шитиков. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 496 с.
6. Голицын, Г.С. Статистика и динамика природных процессов и явлений. Методы, инструментарий, результаты / Г.С. Голицын. – 2-е изд., стереотип. – М. : URSS, 2013. – 398 с.
7. Биометрика – журнал для медиков и биологов, сторонников доказательной биомедицины [Электронный ресурс]: <http://www.biometrica.tomsk.ru>.
8. Боровиков, В.П. Электронный учебник по статистике. [Электронный ресурс]: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>.

**Полнотекстовые базы данных**

Современные профессиональные базы данных, информационные, справочные и поисковые системы:

Aquatic Conservation, Biodiversity and Conservation, Ecological Research, Ecosystems, Ecotoxicology, Environmental and Ecological Statistics, Environmental International, Environmental Health, Environmental Management, Environmental Manager, Environmental Monitoring and Assessment, Environmental Pollution, Environmental Science and Technology, Environmetrics, European Environment, European Journal of Forest Research, Evolutionary Ecology, Journal of Environmental Monitoring, Journal of Chemical Ecology, Journal of Health and Place, Journal of Plant Research, Land Degradation and Rehabilitation, Landscape and Ecological Engineering, Landscape and Urban Planning, Naturwissenschaften, Population Ecology, Urban Ecosystems.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название 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)

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО**  
на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_ (название кафедры) (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_ г.)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ (ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ (И.О.Фамилия)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ (ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ (И.О.Фамилия)