

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт экологии и природопользования



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

#### Введение в байесовские методы статистики ФТД.Б.2

Направление подготовки: 022000.62 - Экология и природопользование

Профиль подготовки: Моделирование в экологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Савельев А.А.

**Рецензент(ы):**

Зарипов Ш.Х.

#### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Зарипов Ш. Х.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института экологии и природопользования:

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 220515

Казань

2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Савельев А.А. кафедра моделирования экологических систем отделение экологии , Anatoly.Saveliev@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

знакомство с байесовскими методами статистики и приобретение навыков их применения для решения практических задач.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " ФТД.Б.2 Факультативы" основной образовательной программы 022000.62 Экология и природопользование и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Дисциплина относится к разделу (циклу) ФТД.Б.2 ООП и развивает представление о статистических методах. Для ее освоения нужны знания по теории вероятностей и математической статистике, представление об информационных технологиях и начальные навыки программирования. Освоение данной дисциплины способствует лучшему пониманию методов, используемых в статистической обработке данных и получению оценок надежности. Дисциплина осваивается на 3 курсе (5 семестр).

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции                       | Расшифровка приобретаемой компетенции   |
|--|---|
| ОК-1<br>(общекультурные компетенции)   | развить компетенции владеть культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения  |
| ОК-13<br>(общекультурные компетенции)  | владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией  |
| ОК-2<br>(общекультурные компетенции)   | уметь логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь   |
| ОК-6<br>(общекультурные компетенции)   | иметь базовые знания в области информатики и современных геоинформационных технологий, владеть навыками использования программных средств и работы в компьютерных сетях, умением создавать базы данных и использовать ресурсы Интернета, владеть ГИС-технологиями; уметь работать с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач |
| ПК-1<br>(профессиональные компетенции) | обладать базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, для обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию   |

| Шифр компетенции                        | Расшифровка приобретаемой компетенции   |
|---|---|
| ПК-11<br>(профессиональные компетенции) | владеть методами экологического проектирования и экспертизы, экологического менеджмента и аудита, экологического и компьютерного картографирования; владеть методами классификации и статистической обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации и использовать теоретические знания на практике  |
| ПК-2<br>(профессиональные компетенции)  | обладать базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользовании, иметь представление о современной естественнонаучной картине мира, владеть методами химического анализа, а также методами отбора и анализа геологических и биологических проб, иметь навыки идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации, включая использование методов прикладной статистики и геоинформационных технологий |
| ПК-6<br>(профессиональные компетенции)  | знать основы природопользования, экономики природопользования, устойчивого развития, методов оценки и прогнозирования воздействия на окружающую среду, правовых основ природопользования и охраны окружающей среды, быть способным понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области экологии и природопользования, в том числе, с использованием методов математической статистики, геоинформационных технологий и математического моделирования  |
| ПК-9<br>(профессиональные компетенции)  | владеть методами прикладной экологии, экологического и компьютерного картографирования, экологической экспертизы и мониторинга; владеть методами классификации и статистической обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации и использовать теоретические знания на практике  |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основы теории байесовских методов.

2. должен уметь:

применять байесовские методы для решения практических задач.

3. должен владеть:

соответствующими приемами программирования.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять на практике полученные знания и навыки, нести ответственность за результаты научной деятельности

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю Тематический план дисциплины/модуля

| N  | Раздел Дисциплины/ Модуля                                     | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) |                      |                     | Текущие формы контроля |
|----|---|---------|-----------------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
|    |   |         |                 | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы |                        |
| 1. | Тема 1. Основные понятия байесовского подхода.                | 6       | 1-6             | 8  | 6                    | 0                   | устный опрос           |
| 2. | Тема 2. Байесовские методы для дискретных случайных величин.  | 6       | 7-12            | 8  | 6                    | 0                   | контрольная работа     |
| 3. | Тема 3. Байесовские методы для непрерывных случайных величин. | 6       | 13-18           | 8  | 6                    | 0                   | контрольная работа     |
|    | Тема . Итоговая форма контроля                                | 6       |                 | 0  | 0                    | 0                   | зачет                  |
|    | Итого   |         |                 | 24   | 18                   | 0                   |                        |

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Основные понятия байесовского подхода.

###### **лекционное занятие (8 часа(ов)):**

Раздел 1. Основные понятия байесовского подхода Вводная лекция. Используемое программное обеспечение и ресурсы Интернет для курса. Распределения дискретных случайных величин Метод Монте-Карло Байесовский вывод для дискретных случайных величин.

###### **практическое занятие (6 часа(ов)):**

Основные понятия байесовского подхода.

##### Тема 2. Байесовские методы для дискретных случайных величин.

###### **лекционное занятие (8 часа(ов)):**

Раздел 2. Байесовские методы для дискретных случайных величин Непрерывные случайные величины Байесовский вывод для биномиальных пропорций Сравнение байесовского и частотного вывода Байесовский вывод для пуассоновских случайных величин

###### **практическое занятие (6 часа(ов)):**

Байесовские методы для дискретных случайных величин. Байесовский вывод для пуассоновских случайных величин.

##### Тема 3. Байесовские методы для непрерывных случайных величин.

###### **лекционное занятие (8 часа(ов)):**

Раздел 3. Байесовские методы для непрерывных случайных величин Байесовский вывод для среднего нормальных случайных величин Сравнение байесовского и частотного вывода для среднего Байесовский вывод для разности средних нормальных случайных величин Байесовский вывод для дисперсии нормальной случайной величины

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Байесовские методы для дискретных случайных величин. Байесовский вывод для среднего нормальных случайных величин.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

| N  | Раздел Дисциплины   | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|----|---|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1. | Тема 1. Основные понятия байесовского подхода.                | 6       | 1-6             | подготовка к устному опросу           | 10                     | устный опрос                          |
| 2. | Тема 2. Байесовские методы для дискретных случайных величин.  | 6       | 7-12            | подготовка к контрольной работе       | 10                     | контрольная работа                    |
| 3. | Тема 3. Байесовские методы для непрерывных случайных величин. | 6       | 13-18           | подготовка к контрольной работе       | 10                     | контрольная работа                    |
|    | Итого   |         |                 |                                       | 30                     |                                       |

**5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

- компьютерные презентации лекций;
- интерактивный опрос по разделам 1-3
- компьютерная симуляция функционирования Байесовского вывода методом Монте-Карло.

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

**Тема 1. Основные понятия байесовского подхода.**

устный опрос , примерные вопросы:

Примеры вопросов и заданий для контроля выполнения самостоятельной работы: Что такое распределение случайной величины? Что такое совместное распределение случайных величин? Что такое условное распределение случайной величины? Что такое формула Байеса?

**Тема 2. Байесовские методы для дискретных случайных величин.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Пример вопроса контрольной работы: Дискретная случайная величина имеет следующее распределение:  $Y_i / f(Y_i): 0/ 0.2, 1/0.3, 2/0.3, 3/ 0.1, 4/ 0.1$  (a) Вычислите  $P(1 < Y \leq 3)$ . (b) Вычислите  $E(Y)$ . (c) Вычислите  $Var(Y)$ . (d) Пусть  $W = 2Y + 3$ . Вычислите  $E(W)$ . (e) Вычислите  $Var(W)$ .

**Тема 3. Байесовские методы для непрерывных случайных величин.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Пример вопроса контрольной работы: Пусть  $Z$  имеет стандартное нормальное распределение (a) Найти  $P(0 \leq Z \leq 0.65)$ . (b) Найти  $P(Z < 0.54)$ . (c) Найти  $P(-0.35 \leq Z \leq 1.34)$



## Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Для аттестации по итогам освоения дисциплины проводится зачет. Текущий контроль успеваемости и контроль выполнения самостоятельной работы осуществляются путем устного опроса студентов на лекциях, проверки решений на практических занятиях и по результатам выполнения контрольной работы. Самостоятельная работа студентов предполагает проработку теоретического материала и развитие практических навыков с использованием основной и дополнительной литературы и Интернет-источников, а также выполнение контрольного задания.

(Приложение 1)

Примеры вопросов аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. Смеси распределений. Избыточное/недостаточное количество нулей. Распределение ненулевых значений.
2. Дискретные случайные величины и распределение вероятностей значений. Биномиальное распределение. Гипергеометрическое распределение. Пуассоновское распределение.

### 7.1. Основная литература:

- Теория вероятностей и математическая статистика, Гмурман, Владимир Ефимович, 2007г.
2. Karl-Rudolf Koch. Introduction to Bayesian Statistics. Springer, 2007. (Доступно по университетской подписке <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-72726-2>)
  3. Jim Albert. Bayesian Computation with R. Springer, 2007. (Доступно по университетской подписке <http://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-71385-4>)
  4. Гусева Е.Н. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие. М: Флинта, 2011. - 221 с. (<http://www.znaniyum.com/catalog.php?bookinfo=406064>)
  5. Бородин А.Н. Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики. Лань, 2011. 256 с. ([http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2026](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2026))
  6. Бочаров П.П., Печинкин А.В. Теория вероятностей и математическая статистика. Физматлит, 2005. 296 с. ([http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2115](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2115))

### 7.2. Дополнительная литература:

- Теория вероятностей и математическая статистика, Кремер, Наум Шевелевич, 2006г.
2. Буре В. М., Парилина Е. М. Теория вероятностей и математическая статистика. Лань, 2013. 416 с. ([http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=10249](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=10249))

### 7.3. Интернет-ресурсы:

01. Статистическая система R - <http://www.R-project.org>
02. Кендалл М., Стюарт А. Статистические выводы и связи - <http://lib.mexmat.ru/books/4362>
03. Bolstad, W.M. A set of R functions and data sets for the book Introduction to Bayesian Statistics - <http://cran.r-project.org/web/packages/Bolstad/index.html>
04. Портал 'Машинное обучение' - <http://www.machinelearning.ru/>
05. Зельнер А. Байесовские методы в эконометрии. М. Статистика, 1980. 438с. - <http://lib.mexmat.ru/books/18873>
06. Библиотека научной литературы - <http://link.springer.com/>

07. Рандомизация и бутстреп: статистический анализ данных по биологии и экологии с использованием R - <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Article/A32/Stare.htm>
08. International Society for Bayesian Analysis - <http://bayesian.org/>
09. Allen B. Downey. Think Bayes - <http://www.greenteapress.com/thinkbayes/>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Введение в байесовские методы статистики" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Компьютеры с установленной статистической системой R. Проектор и интерактивная доска.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 022000.62 "Экология и природопользование" и профилю подготовки Моделирование в экологии .



Автор(ы):

Савельев А.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Зарипов Ш.Х. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.