

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
\_\_\_\_\_  
Турилова Е.А.  
"\_\_\_" 20\_\_\_ г.

## **Программа дисциплины** Байесовские и иерархические модели

Направление подготовки: 02.03.01 - Математика и компьютерные науки

Профиль подготовки: Наука о данных

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

## **Содержание**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): старший научный сотрудник, к.н. Заикин А.А. (НИЛ Утилизация диоксида углерода в подземных естественных резервуарах, Институт геологии и нефтегазовых технологий), Kaskrin@gmail.com

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2	Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий
ПК-3	Способен принимать участие в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Базовые понятия статистического вывода.

Основы байесовского статистического вывода.

Основные байесовские модели.

Должен уметь:

Применять базовые модели байесовского вывода к практическим задачам.

Использовать пакеты прикладных программ для расчёта апостериорных распределений, оценки параметров, проверки гипотез.

Находить сопряжённые априорные распределения для экспоненциальных семейств распределений.

Должен владеть:

Базовыми моделями байесовского вывода.

Методами проверки гипотез и оценивания в байесовском выводе.

Методами оценки гиперпараметров байесовских моделей.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.03.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 02.03.01 "Математика и компьютерные науки (Наука о данных)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

## **3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

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

Контактная работа - 48 часа(ов), в том числе лекции - 16 часа(ов), практические занятия - 32 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 24 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 семестре.

## **4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

### **4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- мestr	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стое- тель- ная ра- бота	
			Лекции, всего	Лекции, в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме		
N	Разделы дисциплины / модуля	Се- мestr	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стое- тель- ная ра- бота	
			Лекции, всего	Лекции, в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме		
1.	Тема 1. Основы байесовского статистического вывода.	7	6	0	10	0	0	0	8	
2.	Тема 2. Стандартные модели байесовского вывода.	7	5	0	11	0	0	0	8	
<b>4.2 Содержание дисциплины (модуля)</b>		Тема 3. Оценка гиперпараметров и иерархические байесовские модели.						Базовые понятия статистического вывода: задача, модель, правило принятия решения, риск. Различные способы задания и оптимизация функции риска. Байесовские решения. Априорные, апостериорные и прогнозистические распределения. Байесовская проверка гипотез, байесовские оценки, байесовские доверительные интервалы.		24

### Тема 2. Стандартные модели байесовского вывода

Экспоненциальные семейства распределений, сопряжённые априорные распределения. Достаточные статистики и байесовский вывод. Неинформативные априорные распределения: собственные и несобственные, плоские, Джеффри, опорные. Байесовские модели для нормальных, биномиальных, пуассоновских, экспоненциальных, гамма распределённых наблюдений.

### Тема 3. Оценка гиперпараметров и иерархические байесовские модели.

Гиперпараметры, оценка гиперпараметров. Метод максимального правдоподобия, эмпирический байесовский подход. Иерархические байесовские модели и статистический анализ при наличии иерархических байесовских моделей. Байесовская асимптотика. Состоительность и асимптотическая нормальность апостериорного распределения.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

statanaliz - <http://statanaliz.info/>  
 StatProjectRu - <http://www.statproject.ru/>  
 Wikipedia - <https://ru.wikipedia.org/>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе прохождения цикла занятий лекционного типа по дисциплине обучающемуся слушателю для лучшего и полноценного усвоения осваиваемого материала и теории необходимо проявлять повышенное внимание, постоянно анализировать полученную информацию, сопоставлять её с другими разделами и дисциплинами курса.
практические занятия	В ходе прохождения цикла занятий практического типа по дисциплине обучающемуся слушателю для лучшего и полноценного усвоения осваиваемого материала и теории необходимо усердно и с инициативным рвением выполнять все задания для выполнения на практических занятиях, анализировать соответствие выполненных работ с заданием и теорией.
самостоятельная работа	В ходе выполнения цикла самостоятельных работ по дисциплине обучающемуся слушателю курса рекомендуется с целью лучшего и более полного усвоения осваиваемого материала и теории выполнять все работы для домашнего исполнения, изучать дополнительную литературу, формулировать вопросы на не полностью освоенные части курса.
зачет	В ходе подготовки к зачёту по дисциплине обучающемуся слушателю курса рекомендуется повторить весь ранее изученный материал, как теоретического характера, так и практические и самостоятельные работы, определить возможные проблемные места усвоения материала и провести дополнительные образовательные действия для разрешения выявленных ранее проблемных и неосвоенных участков курса.

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Компьютерный класс.

**12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" и профилю подготовки "Наука о данных".

*Приложение 2*  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.03.02 Байесовские и иерархические модели

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 02.03.01 - Математика и компьютерные науки

Профиль подготовки: Наука о данных

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

**Основная литература:**

1. Статистика : учебник / под ред. В.В. Глинского. - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2024. - 372 с. - (Высшее образование). - DOI 10.12737/1981697. - ISBN 978-5-16-018343-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1981697> (дата обращения: 10.02.2025). - Режим доступа: по подписке.
2. Лукьяненко, И. С. Статистика : учебное пособие для вузов / И. С. Лукьяненко, Т. К. Ивашковская. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 200 с. - ISBN 978-5-8114-9488-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/195509> (дата обращения: 10.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Тулупьев, А. Л. Основы теории байесовских сетей : учебник / А. Л. Тулупьев, С. И. Николенко, А. В. Сироткин. - Санкт-Петербург : СПбГУ, 2019. - 399 с. - ISBN 978-5-288-05892-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1243854> (дата обращения: 16.01.2026). - Режим доступа: по подписке.

**Дополнительная литература:**

1. Володин И.Н. Оптимальные статистические решения: учебное пособие. - Казань: Казанский университет, 2012. - 182 с. - Текст : электронный.- URL: [http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/22133/09\\_66%20\\_ds004.pdf](http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/22133/09_66%20_ds004.pdf) (дата обращения: 10.02.2025).- Режим доступа: для студентов и сотрудников КФУ.
2. Статистическая обработка экспериментальных данных. Дисперсионный и ковариационный анализ в языке R : учебное пособие / Е. С. Геращенко, В. Ю. Потапова, А. С. Тарасов, М. Б. Никифоров. - Рязань : РГРТУ, 2018. - 32 с. - ISBN 978-5-6041320-5-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168236> (дата обращения: 10.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Статистическая обработка экспериментальных данных. Регрессионный анализ в языке R : учебное пособие / В. Ю. Потапова, А. С. Тарасов, Е. С. Геращенко, М. Б. Никифоров. - Рязань : РГРТУ, 2018. - 52 с. - ISBN 978-5-6041320-7-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168238> (дата обращения: 10.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Королев, В. Ю. Математические основы теории риска : учебное пособие / В. Ю. Королев, В. Е. Бенинг, С. Я. Шоргин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 620 с. - ISBN 978-5-9221-1267-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2742> (дата обращения: 10.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Николенко, С. И. Самообучающиеся системы : монография / С. И. Николенко, А. Л. Тулупьев. - Москва : МЦНМО, 2009. - 288 с. - ISBN 978-5-94057-506-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/9378> (дата обращения: 10.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Приложение 3*  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.03.02 Байесовские и иерархические модели

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая  
перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 02.03.01 - Математика и компьютерные науки

Профиль подготовки: Наука о данных

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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.