

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ, ФИНАНСОВ И БИЗНЕСА

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол от «12» января 2022 г. № 6

Зав. кафедрой



/Р.Х.Бахитова

Согласовано:  
Председатель УМК института



/Л.Р. Абзалилова

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Методы математической статистики в биологии»

Б1.В.ДВ.04.02 Часть, формируемая участниками образовательных отношений

**Программа бакалавриата**

Направление подготовки  
01.03.05 Статистика

Направленность (профиль) подготовки  
«Анализ данных»

Квалификация  
Бакалавр

**Разработчики (составители):**

ст. преп.



Габитова А.Р.

Для приёма: 2022 г.

Уфа - 2022

Составитель / составители: Габитова А.Р.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры цифровой экономики и коммуникации, протокол от «12» января 2022 г. № 6

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины в структуре ООП	4
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	8
4.1 Перечень компетенций и индикаторов достижения с указанием соотнесённых запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.	8
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.	10
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	20
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	20
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	21
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	22

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

По результатам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Подготовка данных	ПК-3: Способен проводить мероприятия по сбору, анализу и подготовке данных для последующего использования в системах машинного обучения	ПК-3.6 Знает основы машинного обучения, современные методы и инструментальные средства анализа данных	<p>Знать:</p> <p>методы оценок Каплана-Майера, параметрические и непараметрические регрессионные модели выживаемости.</p> <p>Уметь:</p> <p>проводить анализ выживаемости и корректно интерпретировать полученные результаты.</p> <p>Владеть:</p> <p>навыками проведения анализа выживаемости с применением современных пакетов статистического анализа</p>

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Методы математической статистики в биологии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре для очной формы обучения.

Целью освоения дисциплины является формирование у выпускников теоретических знаний и практических навыков для решения прикладных задач интеллектуального анализа и освоение навыков использования инструментов машинного обучения конкретно к задачам биометрии, использование инструментов, применяемых для разработки систем поддержки принятия в биологии и биологических информационных систем.

Для успешного освоения курса «Методы математической статистики в биологии» необходимы компетенции, сформированные в результате освоения дисциплин учебного плана подготовки бакалавра по направлению 01.03.05 «Статистика»: Теория вероятностей и математическая статистика, Процедуры сбора информации, Эконометрическое моделирование. Дисциплина «Методы математической статистики в биологии» является предшествующей и наиболее значимой для практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, для преддипломной практики и подготовки и защиты выпускной квалификационной работы.

**3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Методы математической статистики в биологии»  
на 7 семестр  
очной формы обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	33,2
лекций	16
Лабораторных	16
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	74,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	36

Форма(ы) контроля:  
Экзамен 7 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего и рубежного контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС		
1	2	4	5	6	7	9	10
<b>Модуль 1</b>							
1.	Таблицы времен жизни: частотные таблицы	4		4	18,7	Отчет по выполненному кейсу 1, вопросы для самоконтроля (1- 3)	Проверка ответов на вопросы самоконтроля и выполненных кейсов
<b>Модуль 2</b>							
2.	Оценки Каплана-Майера Сравнение выживаемости в подгруппах	4		4	18,7	Отчет по выполненному кейсу 2, вопросы для самоконтроля (4- 10)	Проверка ответов на вопросы самоконтроля и выполненных кейсов
<b>Модуль 3</b>							
3.	Параметрические регрессионные модели выживаемости: модель ускоренной жизни (экспоненциальная), логлогистическая регрессия, регрессия Вейбула.	4		4	18,7	Отчет по выполненному кейсу 3, вопросы для самоконтроля (11-13)	Проверка ответов на вопросы самоконтроля и выполненных кейсов
<b>Модуль 4</b>							
4.	Непараметрические регрессионные модели выживаемости: модель пропорциональных рисков Кокса, модель пропорциональных рисков Кокса с ковариатами, зависящими от времени.	4		4	18,7	Отчет по выполненному кейсу 4, вопросы для самоконтроля (14-17)	Проверка ответов на вопросы самоконтроля и выполненных кейсов
5.	Другие (групповая, индив. консультация и иные виды				1,2		

	учебной деятельности) (ФКР)					
6.	Учебных часов на подготовку к экзамену (Контроль)				36	
	<b>Всего часов:</b>	16		16	144	

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1 Перечень компетенций и индикаторов достижения с указанием соотнесённых запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

**Код и формулировка компетенции ПК-3**–Способен проводить мероприятия по сбору, анализу и подготовке данных для последующего использования в системах машинного обучения

Код и наименование индикатора компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК-3.6 Знает основы машинного обучения, современные методы и инструментальные средства анализа данных	Знать: методы оценок Каплана-Майера, параметрические и непараметрические регрессионные модели выживаемости.	Фрагментарные представления о методах оценок Каплана-Майера, параметрические и непараметрические регрессионные модели выживаемости.	Неполные представления о методах оценок Каплана-Майера, параметрические и непараметрические регрессионные модели выживаемости.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методах оценок Каплана-Майера, параметрические и непараметрические регрессионные модели выживаемости.	Сформированные систематические представления о методах оценок Каплана-Майера, параметрические и непараметрические регрессионные модели выживаемости.



	Уметь: проводить анализ выживаемости и корректно интерпретировать полученные результаты.	Фрагментарное умение проводить анализ выживаемости и корректно интерпретировать полученные результаты.	В целом успешное, но не систематическое умение проводить анализ выживаемости и корректно интерпретировать полученные результаты.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умения проводить анализ выживаемости и корректно интерпретировать полученные результаты.	Сформированное умение проводить анализ выживаемости и корректно интерпретировать полученные результаты.
	Владеть: навыками проведения анализа выживаемости для решения конкретных медико-биологических исследований с применением современных пакетов статистического анализа	Фрагментарное владение навыками проведения анализа выживаемости для решения конкретных медико-биологических исследований с применением современных пакетов статистического анализа	В целом успешное, но не систематическое владение навыками проведения анализа выживаемости для решения конкретных медико- биологических исследований с применением современных пакетов статистического анализа	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения навыками проведения анализа выживаемости для решения конкретных медико- биологических исследований с применением современных пакетов статистического анализа	Успешное и систематическое владение навыками проведения анализа выживаемости для решения конкретных медико-биологических исследований с применением современных пакетов статистического анализа

## **4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.**

При реализации рабочей программы дисциплины «Методы статистики в биологии» для направления «Статистика» используется модульно-рейтинговая технология оценки усвоения знаний и развития компетенций студентов.

При изучении курса предусматриваются интерактивные формы проведения лекционных и практических занятий:

- видеопроекция слайдов лекций, описывающих основные положения, определения понятий дисциплины;
- видеопроекция практических возможностей применения вероятностных и статистических методов с использованием инструментальных средств Statistica, R;
- проблемное обучение;
- обучение на основе опыта.

Оценка уровня освоения дисциплины осуществляется в виде текущего и рубежного контроля успеваемости студентов.

Контроль представляет собой набор заданий и проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине и пр.);

- степень усвоения теоретических знаний;

- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

- результаты самостоятельной работы.

Активность обучающегося на занятиях оценивается на основе выполненных работ и заданий, предусмотренных ФОС дисциплины.

Оценивание проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия обучающегося (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения обучающегося по основным компонентам учебного процесса за текущий период.

Оценочные средства составляются преподавателем самостоятельно с ежегодным обновлением банка средств. Количество вариантов заданий зависит от числа обучающихся.

### **Типовые контрольные задания**

#### ***Формы и содержание текущего контроля:***

- контроль посещаемости лекционных и лабораторных занятий;
- оценка подготовки к лабораторным занятиям;
- выборочная проверка ответов на вопросы самоконтроля;

#### ***Формы и содержание рубежного контроля в конце семестра:***

- выполнение и защита лабораторных работ;

## Примеры вопросов для текущего контроля

1. Провести ROC-анализ для построенных регрессионных моделей выживаемости.
2. По результатам ROC-анализа, проведенного для построенных регрессионных моделей выживаемости, выбрать оптимальный порог разделения на подгруппы по выживаемости.
3. Для определения оптимального порога необходимо задать критерий его определения, т.к. в разных задачах существует своя оптимальная стратегия, например, связанная со стратегией лечения. Поясните проблему.
4. Критерием выбора порога отсечения может выступать: максимум чувствительности и специфичности ( $Se+Sp$ ).
5. Критерием выбора порога отсечения может выступать: баланс между чувствительностью и специфичностью ( $|Se-Sp|$ ) и другие подходы.

Максимальная сумма баллов, которые может получить студент в течение семестра, составляет с учётом поощрительных баллов – 110 баллов.

Итоговый контроль по дисциплине «Методы статистики в биологии» проводится в виде экзамена (максимальная сумма баллов – 30) в конце 7 семестра.

### Описание методики оценивания ответов на вопросы текущего контроля

Критерии оценивания	Количество баллов
Ответы получены в полном объёме, все ответы правильные	10
Ответы получены в полном объёме, 80% ответов правильные	5

## Оценочные материалы для лабораторных работ.

### Кейс-задача 1

Раздел (тема) дисциплины: **Модели анализа выживаемости, оценки таблиц времен жизни**

**Задание выполняется на лабораторной работе № 1: Построение таблиц выживаемости.**

1. По исходным данным построить таблицы времен жизни. Проанализировать их с точки зрения: доли выживших, кумулятивной доли выживших (функции выживания), плотности вероятности смерти в определенном интервале наблюдения, интенсивности отказов, или функции мгновенного риска, медианы ожидаемого времени жизни.
2. Построить графики плотности вероятности смерти в определенном интервале наблюдения и интенсивности отказов (функции мгновенного риска), подобрав соответствующее распределение, исходя из минимума стандартных ошибок оценок.
3. Проанализировать таблицы оценок времен жизни, полученные взвешенными методами при подбираемом распределении.

В качестве информационных средств выполнения задания используется RStudio.

**Результатом выполнения кейс-задания** является отчет по лабораторной работе № 1. К отчету предъявляются следующие требования:

1. Четкое формулирование поставленной цели исследования (*например: цель: провести анализ выживания в пятилетней динамике после установления диагноза трансмуральный инфаркт миокарда на основе анализа таблиц времен жизни*).
2. Формулирование задач, решение которых необходимо для достижения поставленной цели.
3. Описание исходных данных подробно с приведением единиц измерения и описательными статистиками. Уточнение по формированию переменной признака цензурирования.
4. Описание в виде пунктов, тех действий, которые требуются для решения поставленных задач. Все рисунки и таблицы последовательно нумеруются и описываются. Каждый пункт решения поставленных задач сопровождается анализом принятого решения. При проведении статистических тестов, обязательно выписывается нулевая и альтернативная гипотеза, формулируется принятие решения на обосновано выбранном уровне значимости, указывается критическая область отказа от нулевой гипотезы в пользу альтернативной.
5. Анализируются графики кривых выживания, а также таблицы времен жизни точки зрения каждого интервала наблюдения.

Критерии оценивания	Количество баллов
Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания решены без ошибок с первого раза, правильно выбраны решения заданий; правильно выполнены расчёты, обучающийся понимает, что они значат; полно даны ответы на контрольные вопросы; отчёт оформлен аккуратно, сделаны выводы.	10-9
Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания решены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, правильно выбраны методики решения заданий; расчёты выполнены с консультацией преподавателя; полно даны ответы на контрольные вопросы; отчёт оформлен аккуратно, сделаны выводы	7-8
Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания выполнены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, правильно выбраны методики решения заданий; с ошибками выполнены расчёты, даже с консультацией преподавателя или обучающийся не может объяснить, как выполнялись расчеты; даны ответы на контрольные вопросы	5-6
Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый не знает цель лабораторной работы; задачи решены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, неверно выбраны методы решения задач; не выполнены расчёты; не даны ответы на устные контрольные вопросы; отчёт оформлен небрежно, выводы не сделаны	менее 4

## Кейс-задача 2

Раздел (тема) дисциплины: **Модели анализа выживаемости, оценки таблиц времен жизни**

**Задание выполняется на лабораторной работе № 2: Нахождение оценок Каплана-Майера, построение кривых выживаемости.**

### Базовый уровень:

1. По исходным данным построить провести анализ времен жизни на основе оценок Каплана-Майера. Построить кривые выживаемости. Проанализировать полученные результаты.
2. Построить кривые выживаемости по подгруппам, сформированным по атрибутивному признаку, на основе оценок Каплан-Майера.
3. Провести анализ выживаемости по подгруппам, сформированным по атрибутивному признаку. Провести тест Гехана-Вилкоксона на значимое различие в оценках выживаемости по подгруппам. Провести логранговый тест на значимое различие в оценках выживаемости по подгруппам
4. Построить кривые выживаемости по подгруппам, сформированным по атрибутивному множественному признаку.
5. Провести тесты Кокса-Мантеля, Кокса-Фишера и Пето-Вилкоксона на значимое различие в оценках выживаемости по подгруппам.

В качестве информационных средств выполнения задания используется RStudio.

**Результатом выполнения кейс-задания** является отчет по лабораторной работе № 2. К отчету предъявляются следующие требования:

1. Четкое формулирование поставленной цели исследования (*например: цель - провести анализ выживания в пятилетней динамике после установления диагноза трансмуральный инфаркт миокарда на основе оценок Каплан-Майера*).
2. Формулирование задач, решение которых необходимо для достижения поставленной цели.
3. Описание исходных данных подробно с приведением единиц измерения и описательными статистиками. Уточнение по формированию переменной признака цензурирования.
4. Описание в виде пунктов, тех действий, которые требуются для решения поставленных задач. Все рисунки и таблицы последовательно нумеруются и описываются. Каждый пункт решения поставленных задач сопровождается анализом принятого решения. При проведении статистических тестов, обязательно выписывается нулевая и альтернативная гипотеза, формулируется принятие решения на обосновано выбранном уровне значимости, указывается критическая область отказа от нулевой гипотезы в пользу альтернативной.

Анализируются графики кривых выживания и оценки Каплана-Майера с точки зрения каждого интервала наблюдения.

Критерии оценивания	Количество баллов
---------------------	-------------------

Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания решены без ошибок с первого раза, правильно выбраны решения заданий; правильно выполнены расчёты, обучающийся понимает, что они значат; полно даны ответы на контрольные вопросы; отчёт оформлен аккуратно, сделаны выводы.	12-10
Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания решены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, правильно выбраны методики решения заданий; расчёты выполнены с консультацией преподавателя; полно даны ответы на контрольные вопросы; отчёт оформлен аккуратно, сделаны выводы	9-7
Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания выполнены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, правильно выбраны методики решения заданий; с ошибками выполнены расчёты, даже с консультацией преподавателя или обучающийся не может объяснить, как выполнялись расчеты; даны ответы на контрольные вопросы	6-5
Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый не знает цель лабораторной работы; задачи решены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, неверно выбраны методы решения задач; не выполнены расчёты; не даны ответы на устные контрольные вопросы; отчёт оформлен небрежно, выводы не сделаны	менее 4

### **Кейс-задача 3. Проведение дискриминантного анализа**

Раздел (тема) дисциплины: **параметрические регрессионные модели выживаемости**

**Задание выполняется на лабораторной работе № 3: Построение регрессионных моделей анализа выживаемости.**

1. По исходным данным построить параметрические регрессионные модели анализа выживаемости (модели ускоренной жизни AFT) в спецификациях: логлогистическая модель (модель ускоренной жизни), экспоненциальная модель, регрессия Вейбула. Оценить статистическую значимость построенной модели в целом и ее коэффициентов при независимых факторов влияния на выживаемость в определенной динамике.
2. Провести селекцию моделей и оценить качество построенных моделей на основе теста отношения правдоподобия.
3. Сделать выводы. Определить эффекты, увеличивающие (уменьшающий) продолжительность длительности состояния (жизни) в рассматриваемый период в зависимости от наличия факторов, по сравнению с базовым риском.
4. Построить кривые выживаемости по подгруппам, сформированным по атрибутивному признаку, на основе оценок регрессионной модели выживаемости.

5. Перестроить модели с учетом введения группированного признака. Оценить статистическую значимость построенной модели в целом и ее коэффициентов при независимых факторах влияния на выживаемость в определенной динамике.

В качестве информационных средств выполнения задания необходимо использовать RStudio.

**Результатом выполнения кейс-задания** является отчет по лабораторной работе № 3. К отчету предъявляются следующие требования:

1. Четкое формулирование поставленной цели исследования (*например: цель - провести анализ выживания в пятилетней динамике после установления диагноза трансмуральный инфаркт миокарда, определить факторы увеличивающие риск смерти по сравнению с базовым риском, рассчитать мультипликативный эффект от каждого фактора, увеличивающего риск смерти на основе анализа регрессионных моделей выживаемости.*).
2. Формулирование задач, решение которых необходимо для достижения поставленной цели.
3. Описание исходных данных подробно с приведением единиц измерения и описательными статистиками. Уточнение по формированию переменной признака цензурирования.
4. Описание в виде пунктов, тех действий, которые требуются для решения поставленных задач. Все рисунки и таблицы последовательно нумеруются и описываются. Каждый пункт решения поставленных задач сопровождается анализом принятого решения. При проведении статистических тестов, обязательно выписывается нулевая и альтернативная гипотеза, формулируется принятие решения на обосновано выбранном уровне значимости, указывается критическая область отказа от нулевой гипотезы в пользу альтернативной.
5. Анализируются графики кривых выживания, а также таблицы времен жизни и оценки регрессионных моделей выживаемости с точки зрения мультипликативного эффекта по сравнению с базовым риском.

Критерии оценивания	Количество баллов
Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания решены без ошибок с первого раза, правильно выбраны решения заданий; правильно выполнены расчёты, обучающийся понимает, что они значат; полно даны ответы на контрольные вопросы; отчёт оформлен аккуратно, сделаны выводы.	8-7
Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания решены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, правильно выбраны методики решения заданий; расчёты выполнены с консультацией преподавателя; полно даны ответы на контрольные вопросы; отчёт оформлен аккуратно, сделаны выводы	6-5
Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания выполнены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, правильно выбраны методики решения заданий; с ошибками выполнены	4-3

расчёты, даже с консультацией преподавателя или обучающийся не может объяснить, как выполнялись расчеты; даны ответы на контрольные вопросы	
Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый не знает цель лабораторной работы; задачи решены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, неверно выбраны методы решения задач; не выполнены расчёты; не даны ответы на устные контрольные вопросы; отчёт оформлен небрежно, выводы не сделаны	менее 3

#### Кейс-задача 4

Раздел (тема) дисциплины: **непараметрические регрессионные модели выживаемости**

**Задание выполняется на лабораторной работе № 4: Построение регрессионных моделей анализа выживаемости.**

1. По исходным данным построить регрессионные модели анализа выживаемости в четырех спецификациях: модель пропорциональных рисков Кокса, логнормальная модель (модель ускоренной жизни), экспоненциальная модель. Оценить статистическую значимость построенной модели в целом и ее коэффициентов при независимых факторах влияния на выживаемость в определенной динамике.
2. Провести селекцию моделей и оценить качество построенных моделей на основе теста отношения правдоподобия.
3. Сделать выводы. Определить мультипликативный эффект, увеличивающий/уменьшающий риск смерти в рассматриваемый период в зависимости от наличия факторов, по сравнению с базовым риском.
4. Построить кривые выживаемости по подгруппам, сформированным по атрибутивному признаку, на основе оценок регрессионной модели выживаемости.
5. Построить модель Кокса, с учетом зависимости предикторов от времени.

В качестве информационных средств выполнения задания необходимо использовать RStudio.

**Результатом выполнения кейс-задания** является отчет по лабораторной работе № 4. К отчету предъявляются следующие требования:

1. Четкое формулирование поставленной цели исследования (*например: цель: провести анализ выживания в пятилетней динамике после установления диагноза трансмуральный инфаркт миокарда, определить факторы увеличивающие риск смерти по сравнению с базовым риском, рассчитать мультипликативный эффект от каждого фактора, увеличивающего риск смерти на основе анализа регрессионных моделей выживаемости.*).
2. Формулирование задач, решение которых необходимо для достижения поставленной цели.
3. Описание исходных данных подробно с приведением единиц измерения и описательными статистиками. Уточнение по формированию переменной признака цензурирования.



4. Описание в виде пунктов, тех действий, которые требуются для решения поставленных задач. Все рисунки и таблицы последовательно нумеруются и описываются. Каждый пункт решения поставленных задач сопровождается анализом принятого решения. При проведении статистических тестов, обязательно выписывается нулевая и альтернативная гипотеза, формулируется принятие решения на обоснованном выбранном уровне значимости, указывается критическая область отказа от нулевой гипотезы в пользу альтернативной.
5. Анализируются графики кривых выживания, а также таблицы времен жизни и оценки регрессионных моделей выживаемости с точки зрения мультипликативного эффекта по сравнению с базовым риском.

Критерии оценивания	Количество баллов
Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания решены без ошибок с первого раза, правильно выбраны решения заданий; правильно выполнены расчёты, обучающийся понимает, что они значат; полно даны ответы на контрольные вопросы; отчёт оформлен аккуратно, сделаны выводы.	10-9
Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания решены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, правильно выбраны методики решения заданий; расчёты выполнены с консультацией преподавателя; полно даны ответы на контрольные вопросы; отчёт оформлен аккуратно, сделаны выводы	7-8
Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания выполнены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, правильно выбраны методики решения заданий; с ошибками выполнены расчёты, даже с консультацией преподавателя или обучающийся не может объяснить, как выполнялись расчеты; даны ответы на контрольные вопросы	5-6
Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый не знает цель лабораторной работы; задачи решены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, неверно выбраны методы решения задач; не выполнены расчёты; не даны ответы на устные контрольные вопросы; отчёт оформлен небрежно, выводы не сделаны	менее 4

### **Рейтинг-план дисциплины**

#### **Методы статистики в биологии**

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Направление: «Статистика»

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>10</b>
1. Вопросы для самоконтроля	1	6	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				<b>6</b>
1. Лабораторная работа №1	10	1	0	6
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>10</b>
1. Вопросы для самоконтроля	1	6	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				<b>6</b>
1. Лабораторная работа №2	12	1	0	6
<b>Модуль 3</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>10</b>
1. Вопросы для самоконтроля	1	6	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				<b>8</b>
1. Лабораторная работа №3	12	1	0	8
<b>Модуль 4</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>10</b>
1. Вопросы для самоконтроля	1	6	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				<b>10</b>
1. Лабораторная работа №4	12	1	0	10
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Участие в конференциях, студенческих олимпиадах	5	1	0	5
2. Публикация статей	5	1	0	5
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			-6	0
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			-10	0
Итоговый контроль: экзамен				<b>30</b>
<b>ИТОГО:</b>				<b>110</b>

Перед проведением итогового контроля преподаватель вычисляет количество баллов, заработанных студентом по итогам работы в течение учебного семестра. Экзаменационный билет включает 3 вопроса для обсуждения. Ответ на каждый вопрос максимально оценивается в 10 баллов.

Окончательная оценка вклада дисциплины «Методы статистики в биологии» в формирование компетенции проводится на основании суммы баллов за выполненные кейсы, плюс количество баллов, полученных при ответе на соответствующие вопросы экзаменационного билета.

### **Примеры вопросов для подготовки к экзамену**

1. Анализ плотностей распределения смертей и интенсивности отказов, или функции мгновенного риска смерти
2. Оценки Каплана-Майера.
3. Построение кривых выживаемости по оценкам Каплана-Майера.
4. Критерий Вилкоксона-Гехана для функции выживаемости.
5. Тесты Кокса-Мантеля, Кокса-F-тест, на определение различий в выживаемости по подгруппам, дать интерпретацию результатов тестирования.
6. Тесты Пето и Пето-Вилкоксона на определение различий в выживаемости по подгруппам, дать интерпретацию результатов тестирования.
7. Сравнение выживаемости в подгруппах, кривые выживаемости по подгруппам.
8. Параметрические регрессионные модели выживаемости: Логнормальная регрессия – модели ускоренной жизни (AFT);
9. Параметрические регрессионные модели выживаемости: Экспоненциальная регрессия – модели ускоренной жизни (AFT);
10. Параметрические регрессионные модели выживаемости: регрессия Вейбула – модели ускоренной жизни (AFT);
11. Проверка адекватности моделей выживаемости. Проверка распределения остатков на соответствие распределений.
12. Интерпретация результатов по регрессионным моделям выживаемости.
13. Непараметрические Регрессионные модели выживаемости: модель Кокса – модель пропорциональных рисков,
14. Метод частичного правдоподобия.
15. Оценки Эфрона и Бреслоу.
16. Селекция моделей выживаемости.
17. Модель Кокса с ковариантами, зависящими от времени.

### **Пример экзаменационного билета**

БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Экзаменационный билет  
Дисциплина «*Методы статистики в биологии*»

1. Оценки Каплана-Майера.
18. Сравнение выживаемости в подгруппах, кривые выживаемости по подгруппам.
19. Оценки Эфрона и Бреслоу.

Зав. кафедрой

Р.Х. Бахитова

Итоговый контроль по дисциплине «Методы статистики в биологии» проводится в виде экзамена (максимальная сумма баллов – 30).

**Критерии оценки (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретический вопрос, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретический вопрос студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил практические задания или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретический вопрос свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### Основная литература:

1. Волков В.А. Программные системы статистического анализа: обнаружение закономерностей в данных с использованием системы R и языка Python: учебное пособие / В.А. Волков, М.А. Семенов, У.С. Четвертаков, С.С. Вожов. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. - 74 с–: ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – [URL:https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576496](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576496) (дата обращения 21.12.2021). –Библиогр.: с.48. – ISBN 978-5-7782-3183-2. – Текст: электронный
2. Калаева Е.А. Теоретические основы и практическое применение математической статистики в биологических исследованиях и образовании: учебник / Е.А. Калаева, В.Г. Артюхов, В.Н. Калаев: Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2016. – 284 с.: схем, табл., ил. – (Учебник Воронежского государственного университета). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=441590> (дата обращения: 21.12.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9273-2241-1. – Текст: электронный.
3. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии / Е.В. Сидоренко. — СПб.: Речь, 2007. — 350 с.
4. Цыганкова, И.А. Метод интеллектуальной обработки медико-биологических данных / И. А. Цыганкова / Программные продукты и системы .— 2009 .— №3 .— с. 120-123.
5. Анализ данных : учебник для академического бакалавриата / ГУ - Высшая школа экономики; под ред. В. С. Мхитаряна .— Москва: Юрайт, 2016 .— 490 с.

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

№	Наименование Интернет-ресурса	Ссылка (URL) на Интернет ресурс
1.	Федеральная служба государственной статистики	<a href="http://www.gks.ru">www.gks.ru</a>
2.	Центр макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования	<a href="http://www.forecast.ru">www.forecast.ru</a>
3.	Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по РБ	<a href="http://www.bashstat.ru">www.bashstat.ru</a>
4.	Информационно-издательский центр «Статистика России»	<a href="http://www.infostat.ru">www.infostat.ru</a>
5.	Единый архив экономических и социологических данных ВШЭ	<a href="http://sophist.hse.ru/">http://sophist.hse.ru/</a>
6.	Сайт разработчика RStudio	<a href="https://www.rstudio.com/">https://www.rstudio.com/</a>

1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные.
2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные.
3. RStudio GNU General Public License Version 3, 19 November 2007.

**6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: №№ 110, 111, 305, 307, 308, 309.	Лекции	Учебная мебель, доска, телевизор led, экран на штативе, проектор infocus, персональный компьютер Lenovo thinkcentre – 16 шт., персональный компьютер в комплекте № 1 iru corp 510 – 14 шт.
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: №№ 107, 108, 110, 111, 114, 122, 207, 208, 209, 210, 212, 213, 218, 220, 221, 222, 301, 305, 307, 308, 309, 311а, 311в.	Практические/семинарские занятия	Учебная мебель, доска, проекционный экран с светодиодом lumien master control, проектор casio, персональный компьютер пэвм кламас в комплекте – 18 шт., телевизор led.
Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: №№ 107, 108, 110, 111, 114, 122, 204, 207, 208, 209, 210, 212, 213, 218, 220, 221, 222, 301, 305, 307, 308, 309, 311а, 311в.	Групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль и промежуточная аттестация	Учебная мебель, доска, проекционный экран с светодиодом Lumien master control, проектор Casio, персональный компьютер пэвм Кламас в комплекте – 18 шт., телевизор led.
Помещения для самостоятельной работы: № 311а читальный зал (гуманитарный корпус).	Самостоятельная работа	учебная мебель, персональный компьютер в комплекте hp, моноблок, персональный компьютер в комплекте моноблок iru.