


МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ

Директор института прикладной
математики и компьютерных наук


А.В. Замятин
« 11 » 2021 г.

Дополнительные главы математической статистики
рабочая программа дисциплины

Закреплена за кафедрой	<i>системного анализа и математического моделирования</i>
Учебный план	<i>01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Математические методы в экономике»</i>
Форма обучения	<i>очная</i>
Общая трудоёмкость	<i>3 з.е.</i>
Часов по учебному плану	<i>108</i>
в том числе:	
аудиторная контактная работа	<i>37,9</i>
самостоятельная работа	<i>70,1</i>
Вид(ы) контроля в семестрах	
<i>экзамен/зачет/зачет с оценкой</i>	<i>Семестр 8 – экзамен</i>

Программу составил:
доктор физ.-мат. наук, доцент,
профессор кафедры системного анализа и
математического моделирования



Ю.Г. Дмитриев

Рецензент:
д-р физ.-мат. наук, профессор,
профессор кафедры системного анализа и
математического моделирования



Г. М. Кошкин

Рабочая программа дисциплины «Дополнительные главы математической статистики» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат, самостоятельно устанавливаемым федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (утвержден Ученым советом НИ ТГУ, протокол от 27.10.2021 г. № 08).

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры системного анализа и математического моделирования

Протокол от 03 июня 2021 г. № 26

Заведующий кафедрой системного анализа
и математического моделирования,
д-р физ.-мат. наук, доцент



Ю.Г. Дмитриев

Рабочая программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии института прикладной математики и компьютерных наук (УМК ИПМКН)

Протокол от 17 июня 2021 г. № 05

Председатель УМК ИПМКН,
д-р техн. наук, профессор



С.П. Сущенко

Цель освоения дисциплины

Цель – ознакомить бакалавров с новым, быстро развивающимся направлением в математической статистике: привлечению дополнительной (априорной) информации в структуру статистических процедур с целью повышения их качественных характеристик. На практике при решении задач в различных предметных областях техники, экономики, медицины, социологии и многих других, наряду с реальными статистическими данными имеется дополнительная информация о задаче и наблюдаемых случайных явлениях. Привлечь внимание бакалавров, как потенциальных пользователей, к богатому арсеналу разработанных статистических процедур, предназначенных для обработки реальных статистических данных экспериментов с использованием дополнительных сведений о свойствах неизвестных распределений наблюдаемых случайных величин и событий.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Дополнительные главы математической статистики» относится к части Блока 1 «Дисциплины (модули)», формируемой участниками образовательных отношений, входит в модуль «Математика» и является дисциплиной по выбору.

Для освоения дисциплины необходимо знать дифференциальное и интегральное исчисления, линейную алгебру, теорию вероятностей.

Пререквизиты дисциплины: «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Теория вероятностей».

Постреквизиты дисциплины: «Эконометрика», производственная практика «Научно-исследовательская работа».

2. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины

Таблица 1.

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций)
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Демонстрирует навыки работы с учебной литературой по основным естественнонаучным и математическим дисциплинам.	ОР-1.1.1. Обучающийся сможет анализировать и применять фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.
	ИОПК-1.2. Демонстрирует навыки выполнения стандартных действий, решения типовых задач с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых математических и естественнонаучных дисциплин.	ОР-1.2.1. Обучающийся сможет выполнять стандартные действия, при решении типовых задач с учетом основных понятий и общих закономерностей базовых математических и естественнонаучных дисциплин
ОПК-2. Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	ИОПК-2.3. Демонстрирует умение отбора среди существующих математических методов, наиболее подходящих для решения конкретной прикладной задачи.	ОР-1.3.1. Обучающийся сможет отбирать среди существующих математических методов, наиболее подходящих для решения конкретной прикладной задачи.

ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ИОПК-3.1. Демонстрирует навыки применения современного математического аппарата для построения адекватных математических моделей реальных процессов, объектов и систем в своей предметной области.	ОР-3.1.1. Обучающийся способен демонстрировать навыки применения современного математического аппарата для построения адекватных математических моделей реальных процессов, объектов и систем в своей предметной области.
	ИОПК-3.2. Демонстрирует умение собирать и обрабатывать статистические, экспериментальные, теоретические и т.п. данные для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.	ОР-3.2.1. Обучающийся способен собирать и обрабатывать статистические, экспериментальные, теоретические и т.п. данные для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.
ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИОПК-4.3. Использует современные информационные технологии на всех этапах решения задач профессиональной деятельности.	ОР-4.3.1. Обучающийся способен использовать современные информационные технологии на всех этапах решения задач профессиональной деятельности.
ПК-1. Способен осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки как по отдельным разделам темы, так и при исследовании самостоятельных тем	ИПК-1.1. Осуществляет проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.	ОР-1.1.2. Умение осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.
ПК-2. Способен анализировать и оценивать риски, разрабатывать отдельные функциональные направления управления рисками	ИПК-2.2. Собирает и обрабатывает аналитическую информацию для анализа и оценки рисков.	ОР-2.2.1. Умение собирать и обрабатывать аналитическую информацию для анализа и оценки рисков.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура и трудоемкость видов учебной работы по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Таблица 2.

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах	
	8 семестр	всего
Общая трудоемкость	108	108
Контактная работа:	37,9	37,9
Лекции (Л):	16	16
Практики (ПЗ)		
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Семинары (СЗ)		

Групповые консультации	2	2
Индивидуальные консультации	1,6	1,6
Промежуточная аттестация	2,3	2,3
Самостоятельная работа обучающегося:	70,1	70,1
- изучение учебного материала, публикаций	15	15
- подготовка к лабораторным/практическим занятиям/коллоквиумам	23,4	23,4
- подготовка к экзамену	31,7	31,7
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	Экзамен	Экзамен

3.2. Содержание и трудоемкость разделов дисциплины

Таблица 3.

Код занятия	Наименование разделов и тем и их содержание	Вид учебной работы, занятий, контроля	С е м е с т р	Часы в электронной форме	Всего (час.)	Литература	Код (ы) результата(ов) обучения
	Раздел 1. Условное оценивание функционалов при несмещенных априорных условиях		8		13,6	№ 1, № 2, № 3, № 4, № 5	ОП-1.1.1, ОП-1.2.1.
1.1.	Учет априорной информации методом коррелированных процессов. Структура оптимальной оценки.	Лекции	8		2		
1.2.	Оценки, основанные на U-статистиках и функционалах Мизеса. Построение адаптивных оценок. Асимптотические свойства оценок	Лекции	8		2		
1.3	Изучение учебного материала.	СРС	8		9,6		
	Раздел 2. Условное оценивание функционалов при смещенных априорных условиях		8		13,6	№ 1, № 2, № 3, № 4, № 5	ОП-1.3.1, ОП-3.1.1, ОП-3.2.1.
2.1.	Структура оптимальной оценки. Оценки, основанные на U-статистиках. и функционалах Мизеса.	Лекции	8		2		
2.2	Построение адаптивных оценок. Асимптотические свойства оценок.	Лекции	8		2		
2.3	Изучение учебного материала.	СРС	8		9,6		
	Раздел 3. Комбинированная оценка вероятности с учетом априорной догадки. Выборка с возвращением.		8		23,6	№ 1, № 2, № 3, № 4, № 5	ОП-1.3.1, ОП-3.1.1, ОП-3.2.1, ОП-1.1.2.
3.1	Адаптивные комбинированные оценки вероятности. Адаптивная оценка №1. Адаптивная оценка №2. Адаптивная оценка №3. Адаптивная оценка №4.	Лекции	8		2		
		Лаб. работы	8		4		
3.2	Анализ математического ожидания и СКО комбинированных адаптивных оценок вероятности при конечном объеме наблюдений.	Лекции	8		2		
3.3	Адаптивные оценки k-го порядка линейного функционала от распределения вероятностей, их асимптотические свойства.	Лекции	8		2		
		Лаб. работы	8		4		
3.4	Изучение учебного материала.	СРС	8		9,6		
	Раздел 4. Комбинированные оценки доли с учетом априорной догадки. Выборка без возвращения.		8		19,6	№ 1, № 2, № 3, № 4, № 5	ОП-1.3.1, ОП-3.1.1, ОП-3.2.1, ОП-4.3.1, ОП-2.2.1.
4.1.	Адаптивные комбинированные оценки доли. Адаптивная оценка №1. Адаптивная оценка №2. Адаптивная оценка №3. Адаптивная оценка №4.	Лекции	8		1		
		Лаб. работы	8		4		

4.2.	Анализ математического ожидания и СКО комбинированных адаптивных оценок доли при конечном объеме наблюдений.	Лекции	8		1		
		Лаб. работы	8		4		
4.3	Изучение учебного материала.	СРС	8		9,6		
	Консультации	К	8		3,6		
	Подготовка к промежуточной аттестации в форме экзамена	СРС	8		31,7		
	Прохождение промежуточной аттестации в форме экзамена	Э	8		2,3		

4. Образовательные технологии, учебно-методическое и информационное обеспечение для освоения дисциплины

Занятия проводятся в традиционном формате: лекции, лабораторные работы, задание на самостоятельную работу с литературой с последующим обсуждением.

Самостоятельная работа состоит в изучении заданных разделов в списке литературы [1-4] с последующим опросом и обсуждением на лабораторных занятиях.

В течение семестра (проверочные самостоятельные и контрольные работы в письменной форме).

Лабораторная №1 (Задание)

1) Провести моделирование выборки с возвращением для конечного объема n . Оценить неизвестную вероятность по классической схеме. Построить соответствующие графики для математического ожидания и дисперсии оценки.

2) К построенной выборке с возвращением применить оптимальную комбинированную оценку неизвестной вероятности с привлечением дополнительной информации. Провести анализ данной оценки. Построить соответствующие графики для математического ожидания и дисперсии оценки.

Провести анализ адаптивных комбинированных оценок №1 и №2. Смоделировать полученный результат. Построить соответствующие графики для математического ожидания и дисперсии.

Лабораторная №2 (Задание)

1) Найти математическое ожидание и СКО адаптивных оценок №3 и №4, предварительно вычислив $\Psi_3(k, n, p_a)$, $\Psi_4(k, n, p_a)$.

2) Провести анализ адаптивных комбинированных оценок №3 и №4. Смоделировать полученный результат. Построить соответствующие графики для математического ожидания и дисперсии оценки.

3) Сравнить математическое ожидание полученных ранее оценок (классическая, оптимальная, адаптивные комбинированные оценки №1,2,3,4), при изменении основных параметров модели. Сделать выводы. Построить соответствующие графики.

4) Сравнить СКО оценок, полученных ранее (классическая, оптимальная, адаптивные комбинированные оценки №1,2,3,4), при изменении основных параметров модели. При анализе использовать отношения (16). Сделать выводы. Построить соответствующие графики.

5) По полученным из пункта 4) данным выделить интервалы улучшения качества оценок в зависимости от параметров модели. Соответствующие результаты представить в виде таблицы для каждой комбинированной оценки отдельно.

Примечание. Для каждой таблицы взять значения $p_a = 0, 0.1, 0.2, \dots, 1$ и $n = 10$.

Лабораторная №3 (Задание) Бахчаева Мария Андреевна, ассистент, кафедра системного анализа и математического моделирования, ИПМКН ТГУ.

1) Провести моделирование выборки без возвращения для конечного объема n из генеральной совокупности объема N . Оценить неизвестную долю по классической схеме. Построить соответствующие графики для математического ожидания и дисперсии оценки.

2) К построенной выборке без возвращения применить оптимальную комбинированную оценку неизвестной доли с привлечением дополнительной информации. Провести анализ данной оценки. Построить соответствующие графики для математического ожидания и дисперсии оценки.

3) Найти математическое ожидание и СКО адаптивных оценок №1 и №2, предварительно вычислив $\Psi_1(N, k, n, p_a), \Psi_2(N, k, n, p_a)$.

4) Провести анализ адаптивных комбинированных оценок №1 и №2. Смоделировать полученный результат. Построить соответствующие графики для математического ожидания и дисперсии оценки.

Лабораторная №4 (Задание)

1) Найти математическое ожидание и СКО адаптивных оценок №3 и №4, предварительно вычислив $\Psi_3(N, k, n, p_a), \Psi_4(N, k, n, p_a)$.

2) Провести анализ адаптивных комбинированных оценок №3 и №4. Смоделировать полученный результат. Построить соответствующие графики для математического ожидания и дисперсии оценки.

3) Сравнить математическое ожидание полученных ранее оценок (классическая, оптимальная, адаптивные комбинированные оценки доли №1,2,3,4), при изменении основных параметров модели. Сделать выводы. Построить соответствующие графики.

4) Сравнить СКО оценок, полученных ранее (классическая, оптимальная, адаптивные комбинированные оценки доли №1,2,3,4), при изменении основных параметров модели. При анализе использовать отношения (26). Построить соответствующие графики.

5) По полученным из пункта 4) данным выделить интервалы улучшения качества оценок в зависимости от параметров модели. Соответствующие результаты представить в виде таблицы для каждой комбинированной оценки отдельно.

Примечание. Для каждой таблицы взять значения $p_a = 0,5$ и $n = 10, N = 40$.

Лабораторная №5 (Задание)

1) Найти математическое ожидание и СКО k - адаптивных оценок, предварительно вычислив $\Psi_k(i, n, p_a)$.

2) Провести анализ k - адаптивных комбинированных оценок. Смоделировать полученный результат. Построить соответствующие графики для математического ожидания и дисперсии оценок.

3) Сравнить СКО k - адаптивных комбинированных оценок при изменении основных параметров модели k, n, p_a . При анализе использовать отношения (7). Построить соответствующие графики. Сделать выводы.

Лабораторная №6 (Задание)

1) Найти математическое ожидание и СКО адаптивных оценок доли №1 и №2, предварительно вычислив $\Psi_3(N, k, n, p_a), \Psi_4(N, k, n, p_a)$.

2) Провести анализ адаптивных комбинированных оценок. Смоделировать полученный результат. Построить соответствующие графики для математического ожидания и дисперсии оценки.

3) Сравнить СКО адаптивных оценок при изменении основных параметров модели. При анализе использовать отношения (11) и (12). Построить соответствующие графики.

4) По полученным из лабораторной №5 данным сравнить k – адаптивные оценки с оценками, полученными в данной лабораторной. Соответствующие результаты представить в виде графика отношений СКО. Сделать выводы.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций, и методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения, приведены в Приложении 1 к рабочей программе «Фонд оценочных средств».

4.1. Рекомендуемая литература и учебно-методическое обеспечение

№ п/п	Авторы / составители	Заглавие	Издательство	Год издания, количество страниц
1.	Дмитриев Ю.Г., Кошкин Г.М..	Влияние учета дополнительной информации на точность оценивания характеристик функции надежности при конечном объеме наблюдений	Томск: Известия вузов. Физика.	2019 г., 82-88 с.
2.	Dmitriev Y.G., Koshkin G.M.	Nonparametric estimators of probability characteristics using unbiased prior conditions	Statistical Papers	2018 г., 1559-1575 с.
3.	Дмитриев Ю.Г., Кошечая Т.О.	Оценки вероятности с учетом априорных догадок	Томск: Известия вузов. Физика	2016 г., 25-28 г.
4.	Dmitriev Yu., Tarassenko P., and Ustinov Yu.	On Estimation of Linear Functional by Utilizing a Prior Guess	A. Dudin et al. (Eds.): ITMM 2014, CCIS 487	2014 г., 82-90 с.
5.	Дмитриев Ю.Г., Устинов Ю.К.	Статистическое оценивание распределений вероятности с использованием дополнительной информации.	Томск: Из-во Том. ун-та,	1988 г., 194 с.
6.	Кошечая Т. О.	КУРСОВАЯ РАБОТА КОМБИНИРОВАННЫЕ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ	НИ ТГУ, ФПМК Кафедра теоретической кибернетики	2017 г., 23 с.

4.2. Базы данных и информационно-справочные системы, в том числе зарубежные

1. Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
2. Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
3. ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
4. ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
5. Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
6. ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
7. ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

4.3. Перечень лицензионного и программного обеспечения

Microsoft Office 2010 Standart, Mathsoft Mathcad 13, MathWorks Matlab

4.4. Оборудование и технические средства обучения

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

5. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Методические указания по освоению дисциплины и решение типовых задач изложено в работах [1,3,6] из списка литературы раздела 4.1. Основой обучения является курс лекций, читаемый преподавателем. Для самостоятельной работы и дополнительного расширения круга знаний желательно использовать литературу, приведенную в разделе 4.1, а также информационные системы, приведенные в разделе 4.2.

6. Преподавательский состав, реализующий дисциплину

Дмитриев Юрий Глебович, д-р физ.-мат. наук, доцент, заведующий кафедрой системного анализа и математического моделирования ИПМКН ТГУ.

Бахчаева Мария Андреевна, ассистент кафедры системного анализа и математического моделирования, ИПМКН ТГУ.

7. Язык преподавания – русский язык.