



Правительство Российской Федерации

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Национальный исследовательский университет
"Высшая школа экономики"**

Факультет прикладной политологии
Общеуниверситетская кафедра высшей математики

**Программа дисциплины
Теория вероятностей и математическая статистика**

для направления 030200.62
«Политология»
подготовки бакалавра

Авторы программы:

к.ф.-м.н., профессор Макаров А.А., amakarov@hse.ru

к.полит.н., преп. Стукал Д.К., dstukal@hse.ru

ст. преподаватель Баранова О.В., olgaVbaranova@yandex.ru

Одобрена на заседании кафедры Высшей математики «__»_____ 2012 г.
Зав. кафедрой Макаров А.А. _____

Рекомендована секцией УМС _____ «__»_____ 2012 г.
Председатель _____

Утверждена УС факультета прикладной политологии «__»_____ 2012 г.
Ученый секретарь _____

Москва, 2012

Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения кафедры-разработчика программы.



Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, учебных ассистентов и студентов направления 030200.62 «Политология» подготовки бакалавра.

Программа разработана в соответствии с:

- Образовательные стандарты НИУ ВШЭ ;
- Рабочим учебным планом университета по направлению подготовки направления 030200.62 «Политология» подготовки бакалавра, утвержденным в 2012 г.

Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» является выработка базовых компетенций, необходимых для успешного применения теоретико-вероятностного и математико-статистического инструментария к решению профессиональных политологических задач.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

- Знать: базовые понятия и идеи, лежащие в основе теории вероятностей и математической статистики;
- Уметь: применять основные методы математической статистики к решению различных социально-экономических и политологических исследовательских задач;
- Иметь навыки: построения теоретико-вероятностных моделей для изучения социально-экономических и политических процессов и явлений;

В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС/ НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Способность применять методы математического анализа и моделирования для решения задач профессиональной деятельности	ОК-12	Демонстрирует знание основных понятий теории вероятностей и математической статистики, формализует содержательную профессиональную задачу в терминах теории вероятностей и математической статистики, формулирует содержательные выводы из проведенного анализа	Все виды аудиторных занятий и домашние работы
Способность и готовность к восприятию и адекватной интерпретации общественно значимой социологической информации, использовать социологическое знание в профессиональной деятельности	ОК-13	Демонстрирует знание основных понятий математической статистики, связанных с анализом социологической информации (погрешность, доверительный интервал и др.) решает задачи? Сталкиваясь с содержательной постановкой задачи, различает задачу о двух независимых вы-	Все виды аудиторных занятий и домашние работы



Компетенция	Код по ФГОС/ НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
		борках, задачу о парных наблюдениях и задачу о связи признаков; различает типы шкал и верно выбирает метод анализа данных в зависимости от задачи и типа шкалы	
Освоение основных теоретико-методологических подходов в сфере политического анализа и прогнозирования; владение методами сбора и обработки политической информации; методологией и методиками политического анализа и прогнозирования	ПК-9	Понимает место и роль инструментов математической статистики в арсенале методов политического анализа. Способен сформулировать основные допущения используемого метода анализа данных. Способен последовательно применить к одним и тем же данным разные методы анализа данных для проверки устойчивости результата к смене допущений и верно интерпретирует получаемый результат как в случае совпадения результатов, полученных разными методами, так и в случае их расхождения.	Все виды аудиторных занятий и домашние работы

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина является обязательной для студентов обоих образовательных профилей. Для специализации «Политический анализ» настоящая дисциплина является базовой и закладывает фундамент для освоения следующих учебных дисциплин:

- Вероятностно-статистические модели в политологии (2 курс)
- Анализ политологических данных в пакете SPSS (2 курс)
- Анализ политологических данных в пакете Stata (2 курс)
- Многомерный статистический анализ в политологии (3 курс)
- Анализ категориальных данных в пакете Stata (3 курс)
- Анализ данных с многоуровневой структурой (3 курс)
- Статистический анализ нечисловой информации (4 курс)

Для освоения настоящей дисциплины студент должен владеть знаниями и навыками, вырабатываемыми в курсе «Алгебра и анализ» (1 курс).



Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы		Самостоятельная работа
			Лекции	Семинары	
	Теория вероятностей (3-ий модуль)	76	18	16	44
1	Основы теории вероятностей	8	2	2	4
2	Дискретные случайные величины.	24	6	6	12
3	Непрерывные случайные величины	32	6	6	20
4	Предельные законы теории вероятностей	14	4	2	8
	Математическая статистика (4-ый модуль)	84	18	18	48
5	Математические основы описательной статистики	16	4	4	10
6	Основы оценивания параметров распределений	18	4	4	10
7	Проверка статистических гипотез. Элементы теории корреляции	54	10	10	28
	ИТОГО	162	36	34	92



Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	1 курс		Параметры
		3-ий модуль	4-ый модуль	
Текущий	Контрольная работа	1	1	Письменная работа не более 80 минут
	Домашнее задание			
Итоговый	Экзамен		1	Письменная работа не более 160 минут

1.1 Критерии оценки знаний, навыков

Таблица соответствия оценок по десятибалльной и пятибалльной системе.

По десятибалльной шкале	По пятибалльной шкале
1- весьма неудовлетворительно	2- неудовлетворительно
2- очень плохо	
3- плохо	
4- удовлетворительно	3- удовлетворительно
5- весьма удовлетворительно	
6- хорошо	4- хорошо
7- очень хорошо	
8- почти отлично	5- отлично
9- отлично	
10- блестяще	

Содержание дисциплины

Раздел 1: Теория вероятностей

Тема 1. Основы теории вероятностей

Случайный эксперимент. Элементарное событие и пространство элементарных событий. События. Операции с событиями. Связь между случайными событиями и случайными величинами.

Основная литература:

1. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А., Симонова Г.И. Теория вероятностей: учебник для экономических и гуманитарных специальностей. – М.: МЦНМО, 2009. – С. 10 – 83.
2. Кочетков Е.С., Смерчинская С.О. Теория вероятностей в задачах и упражнениях: учебное пособие. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. – С. 9 – 102.

Дополнительная литература:

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика. Основы эконометрики. Т.1: Теория вероятностей и прикладная статистика. – М.: ЮНИТИ, 2001. – 656 с.
2. Шведов А.С. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для вузов. – М.: Изд. дом ГУ ВШЭ. – 254 с.
3. Вероятностные разделы математики. Учебник для бакалавров технических специальностей. // Под ред. Максимова Ю.Д. – СПб.: «Иван Федоров», 2001. – 592 с.

Тема 2. Дискретные случайные величины

Дискретные случайные величины. Ряд распределения, функция распределения, функция дожития. Числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание и дисперсия. Свойства математического ожидания и дисперсии. Примеры.



Испытание Бернулли. Биномиальное распределение: функция частоты, числовые характеристики. Примеры использования в социально-экономическом и политическом анализе.

Совместные распределения случайных величин. Маргинальные распределения. Независимые случайные величины. Математическое ожидание и дисперсия суммы случайных величин. Коэффициенты ковариации и корреляции, их свойства.

Основная литература:

1. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А., Симонова Г.И. Теория вероятностей: учебник для экономических и гуманитарных специальностей. – М.: МЦНМО, 2009. – С. 84 – 125.

Дополнительная литература:

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика. Основы эконометрики. Т.1: Теория вероятностей и прикладная статистика. - М.: ЮНИТИ, 2001. – 656 с.
2. Шведов А.С. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для вузов. – М.: Изд. дом ГУ ВШЭ. – 254 с.
3. Вероятностные разделы математики. Учебник для бакалавров технических специальностей. // Под ред. Максимова Ю.Д. – СПб.: «Иван Федоров», 2001. – 592 с.

Тема 3. Непрерывные случайные величины

Непрерывные случайные величины. Функция распределения и функция плотности, их связь и назначение. Квантили. Примеры. Математическое ожидание и дисперсия.

Нормальное распределение: функция плотности и функция распределения, графики. Стандартное нормальное распределение и переход к произвольному нормальному распределению. Нахождение квантилей.

Основная литература:

1. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А., Симонова Г.И. Теория вероятностей: учебник для экономических и гуманитарных специальностей. – М.: МЦНМО, 2009. – С. 84 – 125.

Дополнительная литература:

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика. Основы эконометрики. Т.1: Теория вероятностей и прикладная статистика. - М.: ЮНИТИ, 2001. – 656 с.
2. Шведов А.С. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для вузов. – М.: Изд. дом ГУ ВШЭ. – 254 с.
3. Вероятностные разделы математики. Учебник для бакалавров технических специальностей. // Под ред. Максимова Ю.Д. – СПб.: «Иван Федоров», 2001. – 592 с.

Тема 4. Предельные законы теории вероятностей

Теорема Муавра – Лапласа и ее применение в социологических задачах. Обоснование широкой распространенности нормального распределения.

Неравенство П.Л. Чебышёва. Теорема Бернулли и измерение вероятностей. Закон больших чисел.

Основная литература:

1. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А., Симонова Г.И. Теория вероятностей: учебник для экономических и гуманитарных специальностей. – М.: МЦНМО, 2009. – С. 206 – 245.

Дополнительная литература:

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика. Основы эконометрики. Т.1: Теория вероятностей и прикладная статистика. - М.: ЮНИТИ, 2001. – 656 с.
2. Шведов А.С. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для вузов. – М.: Изд. дом ГУ ВШЭ. – 254 с.
3. Вероятностные разделы математики. Учебник для бакалавров технических специальностей. // Под ред. Максимова Ю.Д. – СПб.: «Иван Федоров», 2001. – 592 с.



Раздел 2: Математическая статистика

Тема 5. Математические основы описательной статистики

Стохастический подход в измерении социальных показателей. Выборка и эмпирическая функция распределения. Вариационный ряд. Ранги наблюдений. Связь эмпирической и теоретической функций распределения. Теорема Гливленко – Кантелли.

Количественные и графические характеристики выборки. Среднее арифметическое, выборочная дисперсия и стандартное отклонение; медиана, выборочные квантили по методу Дж. Тьюки. Практические аспекты использования выборочного среднего и выборочной медианы.

Гистограмма и ее связь с плотностью распределения. Выявление нетипичных наблюдений с помощью «ящика с усами».

Основная литература:

1. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Анализ данных на компьютере: учебное пособие. – М.: ИД «ФОРУМ», 2008. – С. 24 – 49, 131 – 138.

Дополнительная литература:

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика. Основы эконометрики. Т.1: Теория вероятностей и прикладная статистика. - М.: ЮНИТИ, 2001. – 656 с.
2. Шведов А.С. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для вузов. – М.: Изд. дом ГУ ВШЭ. – 254 с.

Тема 6. Основы оценивания параметров распределений

Понятие точечной оценки. Несмещенность и состоятельность. Потребность в интервальных оценках. Доверительный интервал для доли.

Среднее арифметическое, выборочная дисперсия и стандартное отклонение; медиана, выборочные квантили по методу Дж. Тьюки. Доверительный интервал для доли.

Доверительный интервал для разности долей и его практическое применение. Задача сравнения средних двух нормальных совокупностей (примеры). Распределение выборочного среднего нормальной совокупности.

Распределение Стьюдента. Доверительный интервал для среднего нормальной совокупности. Доверительный интервал для разности средних двух независимых нормальных совокупностей.

Тема 7. Проверка статистических гипотез. Элементы теории корреляции

Принципы проверки статистических гипотез на примере испытаний Бернулли. Нулевая гипотеза и простая альтернатива. Критическая и доверительная области. Ошибка первого рода.

Критерий знаков для парных наблюдений. Построение критической области для числа изменений в ту или иную сторону.

Критерий Стьюдента для одной и двух независимых нормальных выборок.

Выборочные коэффициенты корреляции К. Пирсона и Ч.Э. Спирмена. Проверка гипотезы о равенстве теоретического коэффициента корреляции нулю.

Связь номинальных признаков (анализ таблиц сопряженности критерием хи-квадрат К. Пирсона)

Основная литература:

1. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Анализ данных на компьютере: учебное пособие. – М.: ИД «ФОРУМ», 2008. – С. 82 – 118, 156 – 163, 253 – 263.

Дополнительная литература:

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика. Основы эконометрики. Т.1: Теория вероятностей и прикладная статистика. - М.: ЮНИТИ, 2001. – 656 с.
2. Крыштановский А.О. Анализ социологических данных с помощью пакета SPSS : учеб. пособие для вузов. – М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2007. – 281 с.
3. Шведов А.С. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для вузов. – М.: Изд. дом ГУ ВШЭ. – 254 с.



1.2 Тематика заданий текущего контроля

Контрольная работа 1 охватывает вопросы теоретико-вероятностной части курса и включает задания по теме № 2 – 3.

Контрольная работа 2 охватывает материал статистической части курса и включает в себя задания по темам №№5 – 7.

1.3 Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

1. Случайные величины.
2. Биномиальное распределение
3. Нормальное распределение
4. Функция распределения
5. Квантили распределения
6. Числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание и дисперсия и их свойства.
7. Совместные распределения случайных величин
8. Независимые случайные величины
9. Коэффициенты ковариации и корреляции и их свойства
10. Теорема Муавра – Лапласа
11. Неравенство Чебышёва
12. Закон больших чисел
13. Теорема Бернулли
14. Выборка и ее функция распределения
15. Вариационный ряд. Ранги наблюдений
16. Эмпирическая функция распределения
17. Теорема Гливленко – Кантелли
18. Среднее арифметическое, медиана, квантили, выборочная дисперсия и стандартное отклонение
19. Гистограмма.
20. Ящик с усами
21. Доверительный интервал для среднего нормальной совокупности
22. Распределение Стьюдента
23. Распределение хи-квадрат
24. Доверительный интервал для доли и разности долей
25. Основные понятия теории проверки статистических гипотез: нулевая гипотеза, простая альтернатива, критическая область, ошибка первого рода
26. Критерий знаков для парных наблюдений
27. Критерий Стьюдента для одной и двух нормальных выборок
28. Выборочные коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмена
29. Проверка гипотезы о равенстве теоретического коэффициента корреляции нулю
30. Связь номинальных признаков (анализ таблиц сопряженности)
31. Понятие оценки и ее свойства (состоятельность, несмещенность)



1.4 Примеры заданий промежуточного /итогового контроля

Типовой вариант контрольной работы 1

1. Дан закон распределения случайной величины X .

x_i	-4	-2	0	1	2	5
p_i	0,1	0,1	0,3		0,2	0,1

- Найдите пропущенную вероятность.
- Найдите математическое ожидание и дисперсию данной случайной величины.

2. Найти математическое ожидание и дисперсию дискретной случайной величины $Z=2X-3Y+4$, если известно, что X и Y – независимые случайные величины и $E(X)=5$, $D(X)=1$, $E(Y)=-3$, $D(Y)=4$.

3. Контрольная работа по теории вероятностей состоит из 4 задач. Вероятность решить каждую задачу для данного студента равна 0,7. Случайная величина X – число правильно решенных задач.

Найдите:

- Вероятность того, что случайная величина X примет значение больше 3-х.
- Математическое ожидание и дисперсию случайной величины X .

4. Совместный закон распределения случайных величин X и Y задан таблицей (значения X указаны в строках, значения Y в столбцах)

X/Y	-2	0	2
0,2	0,03	0,05	0,12
0,6	0,15	0,30	0,35

Найти:

- Законы распределения случайных величин X , Y .
- $E(X)$, $E(Y)$, $D(X)$, $D(Y)$
- Ковариацию $COV(X, Y)$.

5. Плотность распределения непрерывной случайной величины X имеет вид:

$$f(x) = \begin{cases} ax, & x \in [0, 4] \\ 0, & x \notin [0, 4] \end{cases}$$

Найдите:

- a
- Математическое ожидание и дисперсию случайной величины X .
- Вероятность $P(X \in [0; 2])$

6. Пусть случайная величина Z имеет стандартное нормальное распределение. Вычислить:

- $P(Z \leq 1,58)$



b) $P(Z \leq -1,23)$

Найти:

- a) $x_{0,94}$ - квантиль уровня 0,94
- b) $x_{0,33}$ - квантиль уровня 0,33

При каком значении x $P(X < x) = 0,7$

7. Случайная величина имеет нормальное распределение с математическим ожиданием 5 и стандартным отклонением 0,9. Найти:
- a) Вероятность того, что эта величина примет значение в пределах от 4 до 7.
 - b) Вероятность того, что значение величины отличается от математического ожидания не более чем на 2.
 - c) В каких границах следует ожидать значение величины, чтобы вероятность не выйти за эти границы была равна 0,95.

Типовой вариант контрольной работы 2

1. Данные Росстата за первые три месяца 2009 года о среднедушевых денежных доходах населения в Сибирском федеральном округе представлены в таблице (тыс. рублей в месяц)

Сибирский федеральный округ	январь	февраль	март
Республика Алтай	7 181,6	9 542,4	10 292,0
Республика Бурятия	9 884,7	12 512,1	12 313,7
Республика Тыва	5 184,9	8 340,5	9 128,0
Республика Хакасия	7 586,1	9 919,5	9 628,5
Алтайский край	5 757,7	8 985,2	8 999,8
Забайкальский край	8 483,7	11 752,9	11 859,0
Красноярский край	11 891,5	15 851,0	16 802,2
Иркутская область	9 035,4	13 095,1	13 875,6
Кемеровская область	10 353,5	12 741,1	13 227,3
Новосибирская область	8 482,9	12 839,3	12 943,6
Омская область	10 602,1	12 999,6	13 087,9
Томская область	10 285,3	12 840,0	13 936,7

По данным за январь:

- a) Построить гистограмму (исходные данные разбить на 5 интервалов с шагом $h=1500$)
 - b) Определить медиану и квартили.
 - c) Найти среднее арифметическое и среднее стандартное отклонение.
2. По данной выборке: 2, 4, 3, 6, 5 построить 95% доверительный интервал для среднего значения этой выборки.
3. Два преподавателя оценили знания 12 учащихся по стобалльной системе и выставили им следующие оценки:
1-ый преподаватель: 98 94 88 80 76 70 63 61 60 58 56 51
2-ой преподаватель: 99 91 93 74 78 65 64 66 52 53 48 62
Найти выборочный коэффициент ранговой корреляции Спирмена между оценками двух преподавателей.



4. Данные Росстата за 2005 – 2006 гг. о численности безработных в Дальневосточном федеральном округе Российской Федерации представлены в таблице (тыс. человек):

Дальневосточный федеральный округ	2005	2006
Республика Саха (Якутия)	46,3	43,5
Камчатский край	25,3	22,7
Приморский край	88,1	104,3
Хабаровский край	46,8	50,3
Амурская область	46,9	48,3
Магаданская область	10,9	8,8
Сахалинская область	26,9	22,1
Еврейская автономная область	6,0	7,5
Чукотский автономный округ	1,6	1,2

(С помощью критерия знаков на уровне значимости 0,05 проверить гипотезу о том, что ситуация с безработицей в Дальневосточном федеральном округе не изменилась)

5. По заданной таблице сопряженности двух качественных признаков проверить гипотезу о независимости этих признаков.
6. С помощью критерия Стьюдента для одной выборке проверить гипотезу о равенстве среднего значения этой выборки заданному числу.

Порядок формирования оценок по дисциплине

Проведение всех видов контроля регламентируется **Положением об организации контроля знаний** (приложение к приказу НИУ ВШЭ от 24.06.2011 №26)

По данному курсу предусмотрены две контрольные работы как формы промежуточного контроля. В конце четвертого модуля проводится письменный экзамен (экзаменационная контрольная работа) по всему пройденному материалу. Оценка за каждую форму контроля выставляется по 10-балльной шкале.

Итоговая оценка Z складывается из оценок

- K_1 за текущую успеваемость
- K_2 за 1 контрольную работу,
- K_3 за 2 контрольную работу,
- K_4 за экзаменационную контрольную работу.



Накопленная оценка по курсу (за работу в течение двух модулей) вычисляется по формуле: $O_N = 0.4 \cdot K_1 + 0.3 \cdot K_2 + 0.3 \cdot K_3$

В случае положительной оценки за экзамен, итоговая оценка вычисляется по формуле: $Z = 0.5 \cdot [O_N] + 0.5 \cdot K_4$, где $[O_N]$ – округленная до целой части накопленная оценка.

Итоговый результат Z округляется до целых единиц по общеизвестным правилам (арифметический способ).

Итоговая оценка выставляется в 5-балльной и 10-балльной шкалах в ведомость.

В случае неудовлетворительной оценки за экзамен, студент по курсу не аттестуется (становится задолжником).

Пояснения:

1. Оценка K_1 за текущую успеваемость складывается из нескольких составляющих:
 - Оценка за ответ у доски во время семинаров.
 - Оценки за микро-контрольные работы, проводимые во время семинаров.
2. Промежуточные контрольные работы проводятся письменно в аудитории и рассчитана на 80 минут (типовые задачи приведены в данной программе).
3. Экзаменационная контрольная работа также проводится письменно в аудитории и рассчитана на время не более 160 минут.
4. Переписывание промежуточной контрольной работы и микро-контрольных работ не проводится. Не выделяется дополнительное время на написание промежуточных контрольных работ для тех студентов, которые пропустили время написания работы по уважительной причине.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Базовые учебники:

1. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А., Симонова Г.И. Теория вероятностей: учебник для экономических и гуманитарных специальностей. – М.: МЦНМО, 2009. – 256.

Содержание учебника

Глава 1. Основы теории вероятностей

Глава 2. Случайные величины

Глава 3. Некоторые важные распределения вероятностей

Глава 4. Предельные законы теории вероятностей

2. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Анализ данных на компьютере: учебное пособие. – М.: ИД «ФОРУМ», 2008. – 368 с.

Содержание учебника

Глава 1. Основные понятия прикладной статистики

Глава 2. Важные законы распределения вероятностей

Глава 3. Основы проверки статистических гипотез

Глава 4. Начала теории оценивания

Глава 5. Анализ одной и двух нормальных выборок

Глава 6. Однофакторный анализ

Глава 7. Двухфакторный анализ

Глава 8. Линейный регрессионный анализ

Глава 9. Независимость признаков

Глава 10. Критерии согласия

Глава 11. Выборочные обследования

Глава 12. Многомерный анализ и другие статистические методы

Дополнительная литература:



1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика. Основы эконометрики. Т.1: Теория вероятностей и прикладная статистика. - М.: ЮНИТИ, 2001. – 656 с.
2. Шведов А.С. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для вузов. – М.: Изд. дом ГУ ВШЭ. – 254 с.
3. Вероятностные разделы математики. Учебник для бакалавров технических специальностей. // Под ред. Максимова Ю.Д. – СПб.: «Иван Федоров», 2001. – 592 с.

Автор программы _____ / А.А. Макаров /

Автор программы _____ / Д.К. Стукал /

Автор программы _____ / О.В. Баранова /