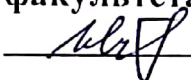



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

РЕКОМЕНДОВАНО
К УТВЕРЖДЕНИЮ:
Декан, председатель совета
факультета КТВТиЭ,
 Юсуфов Ш.А.

«13» 09 2018г.

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
председатель методического
совета ДГТУ
 Суракатов Н.С.

«14» 09 2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина Б1.В.ДВ.6 ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА
для направления 09.03.04 ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ
по профилю Разработка программно-информационных систем,
факультет Компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики,
кафедра Программное обеспечение вычислительной техники и
автоматизированных систем

Квалификация выпускника (степень) Бакалавр

Форма обучения очная, курс 3 семестр (ы) 6

Всего трудоемкость в зачетных единицах (часах) 4 ЗЕТ, (144 часа):

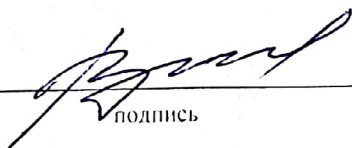
лекции 17 (час); экзамен 6; 1ЗЕТ-36ч;
(семестр)

практические (семинарские) занятия - (час); зачет - (семестр)

лабораторные занятия 34 (час); самостоятельная работа 57 (часов);

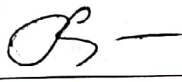
курсовой проект (работа, РГР) - (семестр).

Зав. кафедрой


подпись

/Мелехин В.Б./
ФИО

Начальник УО

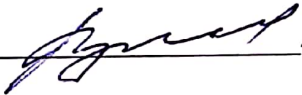

подпись

/Магомаева Э.В./
ФИО

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ООП ВО по направлению 09.03.04 «Программная инженерия» и профилю подготовки «Разработка программно-информационных систем».

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры от 12.09.2018 года, протокол № 1.

Зав. выпускающей кафедрой по данному направлению (специальности,


профилю)  /Мелехин В.Б./

ОДОБРЕНО:

Методической комиссией по УГС на-
правления подготовки
09.00.00 «Информатика и вычислительная
техника»
шифр и полное наименование

09.03.04 «Программная инженерия»
направления

Председатель МК


 /Абдулгалимов А.М./
подпись. ФИО

«12» 09 2018г.

АВТОР ПРОГРАММЫ:

Камилова А.М.,
ФИО уч. степень, ученое звание, подпись

ст. преподаватель



1. Цели освоения дисциплины.

Дисциплина «Планирование эксперимента» предназначена для студентов третьего курса, обучающихся по направлению 09.03.04 «Программная инженерия». Целью дисциплины является:

- приобретение знаний в области математического моделирования различных объектов и систем;
- усвоение студентами современных методов математического моделирования в интересах проектирования и исследования различных объектов и систем;
- закрепление навыков использования ЭВМ при решении типовых задач математического моделирования различных объектов и систем.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Планирование эксперимента» входит в цикл дисциплин по выбору (вариативная часть) Б1.В.ДВ.6

Преподавание данной дисциплины базируется на фундаментальных положениях математики, физики и информатики, а также служит основой для успешного усвоения последующих дисциплин специализации, проведения учебной научно-исследовательской работы.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: «Алгебра и геометрия», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Математическая логика и теория алгоритмов», «Программирование», «Обработка экспериментальных данных».

Знания, полученные при освоении дисциплины, необходимы для изучения дисциплин «Исследование операций», «Моделирование»".

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Планирование эксперимента».

Обучающийся должен овладеть следующими компетенциями:

1) общекультурными

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

2) профессиональными

- способностью к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования (ПК-12);
- готовностью к использованию методов и инструментальных средств исследования объектов профессиональной деятельности (ПК-13);
- готовностью обосновать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнение экспериментов по проверке их корректности и эффективности (ПК-14);
- способностью выполнить начальную оценку степени трудности, рисков, затрат и сформировать рабочий график (ПК-17);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- методы планирования эксперимента при построении математических моделей статики и динамики объектов исследования;

- методику оценки точности и надежности статических и динамических характеристик объектов исследования, вероятностных характеристик случайных возмущений, действующих на объект;

уметь:

- использовать на практике навыки и умения в организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, оценивать качество результатов деятельности;

- обучаться новым методам исследования, быть готовым к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности в процессе изменения социокультурных и социальных условий деятельности;

- приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение, в том числе с помощью информационных технологий;

- применять методы планирования эксперимента при построении математических моделей статики и динамики объектов исследования;

- анализировать информацию об объекте исследования, полученную по результатам спланированного эксперимента;

владеть:

- методологическими основами научного познания и творчества, представлять роль научной информации в развитии науки;

- современными достижениями науки и передовой технологии в расчетно-проектной, проектно-конструкторской, производственно-технологической, научно-исследовательской, организационно-управленческой и педагогической деятельности;

- математическими методами определения моделей объекта исследования и методами поисковой оптимизации;

- техникой применения математических пакетов для имитационного моделирования объектов исследования в условиях действующих возмущений.

4. Структура и содержание дисциплины «Планирование эксперимента»

4.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины Тема лекции и вопросы	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего* контроля успеваемости (по срокам текущих аттестаций в семестре) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				ЛК	ПЗ	ЛР	СР	
1.	Лекция 1. Тема: «Введение. Элементы математической статистики. История возникновения теории планирования эксперимента». Случайные величины и их характеристики. Законы распределения случайных величин. Основные понятия и определения теории эксперимента. Классификация экспериментов. Классификация задач эксперимента. Основные этапы проведения эксперимента.	6	1	2		4	4	Входной контроль
2.	Лекция 2. Тема: «Факторы и параметр оптимизации». Определение фактора. Требования, предъявляемые к факторам. Требования к совокупности факторов. Выбор основного уровня фактора, а также интервалов варьирования. Виды параметров оптимизации. Требования, предъявляемые к параметру оптимизации. Обобщенный параметр оптимизации. Шкала желательности. Обобщенная функция желательности.		3	2		4	4	К.р. №1
3.	Лекция 3.		5	2			5	

	<p>Тема: «Математическая модель объекта исследования».</p> <p>Представление объекта исследования в виде «черного ящика». Физические и статистические модели. Требования, предъявляемые к объекту исследования. Определение функции отклика, поверхности отклика, области планов эксперимента.</p>						
4.	<p>Лекция 4.</p> <p>Тема: «Корреляционный и регрессионный анализ»</p> <p>Понятие о статистической и корреляционной связи. Условия применения и задачи корреляционно-регрессионного анализа. Парная линейная корреляция. Сбор первичной информации, проверка ее на однородность и нормальность распределения. Исключение из массива первичной информации промахов. Установление факта наличия и направления корреляционной зависимости между результативным и факторным признаками. Измерение степени тесноты связи, оценка ее существенности. Построение модели связи.</p>	7	2		8	8	К.р. №2
5.	<p>Лекция 5.</p> <p>Тема: «Элементы дисперсионного анализа».</p> <p>Однофакторный дисперсионный анализ. Общие сведения.</p>	9	2		4	8	
6.	<p>Лекция 6.</p> <p>Тема: «Многофакторные эксперименты. Полный факторный эксперимент (ПФЭ)».</p> <p>Общие сведения. Кодирование факторов. Матрицы планирования ПФЭ. Рандомизация опытов. Проведение ПФЭ. Проверка однородности дисперсии парал-</p>	11	2		6	8	К.р. №3

	<p>дельных опытов, воспроизводимости эксперимента. Расчет коэффициентов регрессии, проверка их значимости. Проверка адекватности модели.</p>				
7.	<p>Лекция 7. Тема: «Многофакторные эксперименты. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ)». Общие сведения. Планирование ДФЭ. Матрицы планирования ДФЭ.</p>	13	2	8	8
8.	<p>Лекция 8. Тема: «Множественная регрессия». Общее назначение. Метод наименьших квадратов. Уравнение регрессии. Однозначный прогноз и частная корреляция. Предсказанные значения и остатки. Остаточная дисперсия и коэффициент детерминации R-квадрат. Интерпретация коэффициента множественной корреляции R. Предположение линейности. Предположение нормальности. Выбор числа переменных. Мультиколлинеарность и плохая обусловленность матрицы. Подгонка центрированных полиномиальных моделей. Важность анализа остатков.</p>	15	2		6
9.	<p>Лекция 9. Тема: «Измерение физических величин». Физические величины. Основные понятия теории измерений. Методы измерений. Погрешности измерений. Математическая модель формирования результата и погрешности измерения. Правила и формы представления результатов измерений.</p>	17	1		6
	ИТОГО		17	34	57

4.2. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ лекции из рабочей программы	Наименование лабораторного (практического, семинарского) занятия	Количество часов	Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
1	2	3	4	5
1.	№1	Проверка статистических гипотез.	4	2,7
2.	№4	Корреляционно-регрессионный анализ.	8	2,3,4,5
3.	№5	Однофакторный дисперсионный анализ.	4	1,2,3,4,5,6
4.	№2,3,6	Полный факторный эксперимент.	10	2,3,4
5.	№7	Дробный факторный эксперимент.	8	2,3,4
ИТОГО			34	

4.3. Тематика для самостоятельной работы студента

№ п/п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения	Количество часов из содержания дисциплины	Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
1	2	3	4	5
1.	Элементы математической статистики. История возникновения теории планирования эксперимента.	4	2,7	Вх.контр.
2.	Факторы и параметр оптимизации.	4	1,2,3,4,5,6	К.р.№1
3.	Математическая модель объекта исследования.	5	1,2,3,5,7	
4.	Корреляционный и регрессионный анализ.	8	1,2,3,4,5,6	К.р.№2
5.	Элементы дисперсионного анализа.	8	1,2,3,4,5,6	
6.	Многофакторные эксперименты. Полный факторный эксперимент (ПФЭ).	8	1,2,3,6	К.р.№3
7.	Многофакторные эксперименты.	8	2,3,4,5	

	Дробный факторный эксперимент (ДФЭ).			
8.	Множественная регрессия.	6	2,3	экзамен
9.	Измерение физических величин.	6	2,3	экзамен
	ИТОГО	57		

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При выполнении лабораторных работ в сетевом классе ПЭВМ используются математические пакеты Mathcad и MatLab, а также среды программирования на языке C++.

Самостоятельная работа включает подготовку к контрольным работам, выполнение расчетных заданий и подготовку к их защите, подготовку к зачету и экзамену.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они составляют не менее 20% аудиторных занятий (10 часов).

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

Вопросы для входной контрольной работы

1. Теория эксперимента, ее задачи.
2. Дайте определение эксперимента.
3. Какие вопросы решает планирование эксперимента.
4. Классификация экспериментов.
5. Классификация задач эксперимента.
6. Основные этапы проведения эксперимента.
7. Что называют функцией и плотностью распределения случайной величины.
8. Дайте определение математического ожидания и дисперсии случайной величины.
9. Основные законы распределения случайной величины, применяемые при планировании эксперимента. Числовые характеристики этих законов.
10. Дайте определения генеральной совокупности, выборки.
11. Характеристики точечной оценки и критерии ее качества.
12. Интервальная оценка и доверительный интервал.

13. Что называют статистической гипотезой? Параметрические и непараметрические гипотезы.
14. Почему основную гипотезу называют нулевой.
15. Что называют уровнем значимости и областью принятия гипотезы.
16. Дайте определение статистического критерия. Что называют мощностью критерия.
17. Перечислите этапы проверки гипотезы.
18. Что относят к ошибкам первого и второго рода и какова вероятность их совершить.
19. Задача, решаемая при проверке гипотезы о законе распределения.
20. Роль критерия Пирсона при проверке гипотезы о законе распределения.
21. Какие статистические критерии применяются при проверке параметрических гипотез.
22. Основные гипотезы о выборочных средних, порядок их проверки.
23. Выявление грубых погрешностей с использованием параметрических гипотез.

Контрольные вопросы для проверки текущих знаний студентов

Контрольная работа №1

1. Дайте определение математической модели объекта исследования.
2. Требования, предъявляемые к объекту исследования.
3. Что называют факторами, областью определения факторов.
4. Что называют функцией отклика и поверхностью отклика.
5. Виды математических моделей.
6. Перечислите этапы проведения экспериментальных исследований.
7. Перечислите основные задачи эксперимента.
8. Дайте определение параметра оптимизации.
9. Перечислите требования, предъявляемые к параметру оптимизации.
10. Что называют обобщенным параметром оптимизации.
11. Назначение шкалы желательности.
12. Изобразите кривую желательности.
13. Требования, предъявляемые к факторам.
14. Что называют уровнями факторов и интервалом варьирования факторов.
15. Какие ограничения необходимо учитывать при выборе интервала варьирования.
16. Как зависит количество опытов в эксперименте от числа уровней факторов.
17. Дайте определение факторного пространства.
18. Дайте определение функции отклика, поверхности отклика, области планов эксперимента.

Контрольная работа №2

1. Задачи, решаемые в дисперсионном анализе.
2. Дайте характеристику межгрупповой и внутригрупповой дисперсии.

3. Чем обусловлена вариация групповых средних вокруг общего среднего.
4. Какая параметрическая гипотеза принимается в качестве нулевой при дисперсионном анализе. Порядок проверки этой гипотезы.
5. Что называют дисперсионным отношением.
6. Какое вероятностное распределение применяют для проверки гипотезы в дисперсионном анализе. Перечислите его числовые характеристики.
7. Дайте определение статистической и функциональной связи.
8. Что называют корреляционной связью.
9. Перечислите причины возникновения корреляционной связи между признаками.
9. Какие задачи решает корреляционно-регрессионный анализ.
10. В чем заключается суть метода наименьших квадратов.
11. Практическое значение парной линейной корреляции.
12. Что называют уравнением регрессии.
13. Дайте определение коэффициента корреляции.
14. Перечислите основные этапы изучения корреляционной зависимости. Какие задачи решаются на каждом этапе.

Контрольная работа №3

1. Зависимость числа опытов от вида принимаемой математической модели.
2. Широкое распространение полиномиальных моделей.
3. Дайте определение полного факторного эксперимента.
4. Что характеризуют β -коэффициенты.
5. Перечислите этапы планирования и реализации полного факторного эксперимента.
6. Что называют кодированием факторов. Зачем его проводят.
7. Геометрическое представление планов типа 2^k .
8. Как происходит формирования матрицы планирования экспериментов. Постройте матрицу планирования для планов $2^2; 2^3; 2^4$.
9. Свойства матрицы планирования полного факторного эксперимента.
10. Что называют рандомизацией опытов. Зачем ее проводят.
11. Какие опыты называют параллельными.
12. Как и для чего проводится проверка однородности дисперсии параллельных опытов.
13. Что означает понятие воспроизводимости эксперимента.
14. Как оценить ошибку эксперимента.
15. Какой метод применяется при расчете коэффициентов уравнения регрессии. Запишите формулу расчета b -коэффициентов.
16. Что называют взаимодействием факторов и как оно учитывается при планировании полного факторного эксперимента.
17. Что называют взаимодействием первого, второго, третьего и т.д. порядка. Как определяется число возможных взаимодействий факторов.
18. Способы проверки значимости b -коэффициентов.
19. Чем может быть обусловлена незначимость коэффициентов уравнения регрессии.

20. Как и для чего проводится проверка адекватности уравнения регрессии.
21. Что называют дробным факторным экспериментом.
22. Дайте определение дробной реплики полного факторного эксперимента.
23. Порядок планирования дробного факторного эксперимента.
24. Какие планы называют насыщенными.
25. Явление смешивания оценок β -коэффициентов в дробном факторном эксперименте.
26. Что называют генерирующим соотношением и определяющим контрастом.

Вопросы к экзамену.

1. Теория эксперимента, ее задачи.
2. Определение эксперимента. Какие вопросы решает планирование эксперимента.
3. Классификация экспериментов. Классификация задач эксперимента. Основные этапы проведения эксперимента.
4. Функция и плотность распределения случайной величины. Определение математического ожидания и дисперсии случайной величины.
5. Основные законы распределения случайной величины, применяемые при планировании эксперимента. Числовые характеристики этих законов.
6. Определения генеральной совокупности и выборки. Характеристики точечной оценки и критерии ее качества. Интервальная оценка и доверительный интервал.
7. Определение статистической гипотезой. Параметрические и непараметрические гипотезы. Почему основную гипотезу называют нулевой.
8. Уровень значимости и область принятия гипотезы. Понятие статистического критерия. Что называют мощностью критерия. Перечислите этапы проверки гипотезы.
9. Ошибки первого и второго рода. Какова вероятность их совершить.
10. Роль критерия Пирсона при проверке гипотезы о законе распределения.
11. Какие статистические критерии применяются при проверке параметрических гипотез.
12. Основные гипотезы о выборочных средних, порядок их проверки.
13. Выявление грубых погрешностей с использованием параметрических гипотез.
14. Определение математической модели объекта исследования. Требования, предъявляемые к объекту исследования.
15. Что называют факторами, областью определения факторов. Что называют функцией отклика и поверхностью отклика.
16. Виды математических моделей.
17. Определение параметра оптимизации. Требования, предъявляемые к параметру оптимизации.
18. Что называют обобщенным параметром оптимизации. Назначение шкалы желательности.
19. Требования, предъявляемые к факторам.
20. Что называют уровнями факторов и интервалом варьирования факторов.

45. Чем может быть обусловлена незначимость коэффициентов уравнения регрессии.
46. Как и для чего проводится проверка адекватности уравнения регрессии.
47. Что называют дробным факторным экспериментом. Дайте определение дробной реплики полного факторного эксперимента.
48. Порядок планирования дробного факторного эксперимента.
49. Какие планы называют насыщенными.
50. Явление смешивания оценок β -коэффициентов в дробном факторном эксперименте.
51. Что называют генерирующим соотношением и определяющим контрастом.
52. Дайте определение физической величины.
53. Перечислите основные типы физических величин. Дайте характеристику каждому типу.
54. Перечислите методы измерений. Дайте характеристику каждому методу.
55. Что называют погрешностью измерений.
56. Классификация погрешностей по форме количественного выражения.
57. Классификация погрешностей по характеру их поведения во времени.
58. Классификация погрешностей по причине возникновения.
59. Математическая модель результата измерения.
60. Математическая модель погрешности измерения.
61. Особенности аддитивной и мультипликативной составляющих погрешности измерения.
62. Как правильно должен быть представлен результат измерений.
63. Сформулируйте правила округления числовых значений результата измерения.
64. Метод наименьших квадратов.
65. Уравнение регрессии.
66. Однозначный прогноз и частная корреляция.
67. Остаточная дисперсия и коэффициент детерминации R-квадрат.
68. Интерпретация коэффициента множественной корреляции R.
69. Предположение линейности. Предположение нормальности. Выбор числа переменных.
70. Мультиколлинеарность и плохая обусловленность матрицы.
71. Подгонка центрированных полиномиальных моделей.

Вопросы для контроля остаточных знаний

1. Классификация экспериментов.
2. Этапы проведения экспериментов.
3. Основные законы распределения случайной величины, применяемые при планировании эксперимента. Числовые характеристики этих законов.
4. Определение математической модели объекта исследования. Требования, предъявляемые к объекту исследования. Виды математических моделей.
5. Факторы, область определения факторов. Функция отклика и поверхность отклика. Определение параметра оптимизации. Требования, предъявляемые к параметру оптимизации. Уровни факторов, интервал варьирования фак-

Какие ограничения необходимо учитывать при выборе интервала варьирования. Как зависит количество опытов в эксперименте от числа уровней факторов.

21. Дайте определение факторного пространства. Дайте определение функции отклика, поверхности отклика, области планов эксперимента.
22. Задачи, решаемые в дисперсионном анализе. Дайте характеристику межгрупповой и внутригрупповой дисперсии.
23. Чем обусловлена вариация групповых средних вокруг общего среднего.
24. Какая параметрическая гипотеза принимается в качестве нулевой при дисперсионном анализе. Порядок проверки этой гипотезы.
25. Что называют дисперсионным отношением.
26. Какое вероятностное распределение применяют для проверки гипотезы в дисперсионном анализе. Перечислите его числовые характеристики.
27. Дайте определение статистической и функциональной связи. Что называют корреляционной связью. Перечислите причины возникновения корреляционной связи между признаками.
28. Какие задачи решает корреляционно-регрессионный анализ.
29. В чем заключается суть метода наименьших квадратов.
30. Практическое значение парной линейной корреляции.
31. Что называют уравнением регрессии. Дайте определение коэффициента корреляции.
32. Перечислите основные этапы изучения корреляционной зависимости. Какие задачи решаются на каждом этапе.
33. Зависимость числа опытов от вида принимаемой математической модели.
34. Широкое распространение полиномиальных моделей.
35. Дайте определение полного факторного эксперимента. Что характеризуют β -коэффициенты. Перечислите этапы планирования и реализации полного факторного эксперимента.
36. Что называют кодированием факторов. Зачем его проводят. Геометрическое представление планов типа 2^k .
37. Как происходит формирование матрицы планирования экспериментов. Постройте матрицу планирования для планов $2^2; 2^3; 2^4$. Свойства матрицы планирования полного факторного эксперимента.
38. Что называют рандомизацией опытов. Зачем ее проводят.
39. Какие опыты называют параллельными. Как и для чего проводится проверка однородности дисперсии параллельных опытов.
40. Что означает понятие воспроизводимости эксперимента. Как оценить ошибку эксперимента.
41. Какой метод применяется при расчете коэффициентов уравнения регрессии. Запишите формулу расчета b -коэффициентов.
42. Что называют взаимодействием факторов и как оно учитывается при планировании полного факторного эксперимента.
43. Что называют взаимодействием первого, второго, третьего и т.д. порядка. Как определяется число возможных взаимодействий факторов.
44. Способы проверки значимости b -коэффициентов.

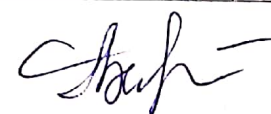
- торов, факторное пространство.
 6. Задачи дисперсионного анализа.
 7. Задачи корреляционно-регрессионного анализа.
 8. Полный факторный эксперимент. Этапы проведения. Матрица планирования.
 9. Дробный факторный эксперимент. Матрица планирования.
 10. Множественный регрессионный анализ.
 11. Классификация погрешностей измерений.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Планирование эксперимента»: основная литература, дополнительная литература: программное обеспечение и Интернет-ресурсы.

Рекомендуемая литература и источники информации (основная и дополнительная)

№ п/п	Виды занятий	Необходимая учебная, учебно-методическая литература	Автор(ы)	Издательство и год издания	Количество изданий	
					В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6	7
ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА						
1.	ЛК, ЛБ, СРС	Оптимальное планирование эксперимента в задачах структурной и параметрической идентификации и моделей многофакторных систем : монография	Попов, А. А.	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 296 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45413.html	
2.	ЛК, ЛБ, СРС	Основы научных исследований, организация и	Д. И. Сагдеев.	Казань : Казанский национальный исследовательский	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/79455.html	

		планирование эксперимента: учебное пособие		кий технологический университет, 2016.- 324с.		
3.	ЛК, ЛБ, СРС	Инженерные аспекты математического планирования эксперимента : монография	Ковель, А. А.	Железногорск : Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. — 117 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/66909.html	
4.	ЛК, ЛБ, СРС	Организация и планирование экспериментов : учебное пособие	Порсев, Е. Г.	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 155 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45415.html	
5.	ЛК, ЛБ, СРС	Исследование операций и методы оптимизации: учебник		М.: Издательский центр «Академия», 2013, 272с.	1	-
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА						
6.	ЛК, ЛБ, СРС	Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие.- 2-е издание, перераб. и доп.	Коваленко И.Н., Филиппова А.А.	М.: Высш.школа, 1982, 256с.	1	-
7.	ЛК, ЛБ, СРС	Основные таблицы математической статистики	Ликеш И., Ляга Й.	М.: Финансы и статистика, 1985	1	-



8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных занятий требуется комплект технических средств обучения в составе:

- переносной компьютер (в конфигурации не хуже: процессор Intel Core 2 Duo, 2 Гбайта ОЗУ, 500 Гбайт НЖМД);
- проектор (разрешение не менее 1280x1024);

Для проведения лабораторных занятий требуется компьютерный класс, оборудованный компьютерами с установленным предусмотренным программой дисциплины программным обеспечением.

Рецензент от выпускающей кафедры (работодателя) по направлению 09.03.04 Программная инженерия и профилю подготовки «Разработка программно-информационных систем».

 _____ 
Подпись, ФИО