

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Е. В. Ульрих

МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В АГРОИНЖЕНЕРИИ

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов
магистратуры по направлению подготовки
35.04.06 Агроинженерия

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

УДК 519.853:631.171

Рецензент

доктор ветеринарных наук, доцент, зав. кафедрой производства и экспертизы
качества сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «КГТУ»
А. С. Баркова

Ульрих, Е. В.

Моделирование и системный анализ в агроинженерии: учеб.-методич.
пособие по изучению дисциплины для студентов магистратуры по направлению.
подготовки 35.04.06 Агроинженерия / Е. В. Ульрих. – Калининград: Изд-во
ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 24 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины
«Моделирование и системный анализ в агроинженерии» представлены учебно-
методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие
подробный план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля,
рекомендации для выполнения контрольной работы для направления подготовки
35.04.06 Агроинженерия.

Табл. 4, список лит. – 6 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой
производства и экспертизы качества сельскохозяйственной продукции 16 ноября
2022 г., протокол № 4

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к
изданию в качестве локального электронного методического материала
методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ
ВО «Калининградский государственный технический университет» г., 30 ноября
22. протокол № 12

УДК 519.853:631.171

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2022 г.
© Ульрих Е. В., 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ.....	9
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	13
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	15
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	16

ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения дисциплины «Моделирование и системный анализ в агроинженерии» является формирование совокупности знаний о процессах и методах познания окружающей действительности, изучения технических систем с использованием моделирования и системного анализа.

Дисциплина «Моделирование и системный анализ в агроинженерии» призвана обеспечить формирование знаний и практических навыков по процессам и методам познания окружающей действительности, изучению технических систем с использованием моделирования и системного анализа.

При реализации дисциплины «Моделирование и системный анализ в агроинженерии» организуется практическая подготовка путем проведения практических и лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: базовые принципы моделирования и системного анализа при решении задач в профессиональной деятельности;

уметь: анализировать, систематизировать, выделяя ее базовые составляющие, вырабатывает стратегию решения задачи;

владеть: навыками составления моделей и алгоритмов их исследования.

При реализации дисциплины «Моделирование и системный анализ в агроинженерии» организуется практическая подготовка путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Для успешного освоения дисциплины «Моделирование и системный анализ в агроинженерии», студент должен активно работать на лекционных и практических занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены тестовые и практические задания. Тестирование и решение практических задач, обучающихся проводится на практических занятиях после изучения соответствующих тем.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. К экзамену допускается студент, успешно выполнивший практические работы и имеющий положительные оценки. Для студентов заочной формы обучения допуском к экзамену является положительная оценка по результатам выполнения контрольной работы. Контрольные вопросы к экзамену по дисциплине приведены в приложениях.

Универсальная система оценивания результатов обучения приведена в таблице 1 и включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100-балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему.

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
				поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных психофизических особенностей.

Для успешного освоения дисциплины «Моделирование и системный анализ в агроинженерии» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень ключевых вопросов для подготовки и организации самостоятельной работы студентов. Материал пособия содержит рекомендации по написанию контрольной работы для студентов заочной формы обучения.

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс, студент должен научиться работать на лекционных занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для успешного усвоения теоретического материала по дисциплине «Моделирование и системный анализ в агроинженерии» студенту необходимо регулярно посещать и активно работать на лекционных занятиях, перечитывать пройденный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины. Поэтому, важным условием успешного освоения дисциплины обучающимися является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день.

Все задания к лекционным занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса. Это способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Во время лекционных занятий студенту важно внимательно слушать преподавателя, конспектируя существенную информацию, анализировать полученный в ходе занятий материал с ранее прочитанным и усвоенным материалом в области выращивания животных и растений, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся, систему знаний. По ходу занятия необходимо подчеркивать новые термины, определения, устанавливать их взаимосвязь с изученными ранее понятиями. Перед проведением практических занятий рекомендуется повторное изучение пройденного материала для повышения результативности занятий и лучшего усвоения материала.

Тематический план лекционных занятий (ЛЗ) представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Структура ЛЗ

Номер темы	Содержание лекционного занятия
1	Изучение возможностей программы Mathcad в инженерных расчетах. Решение задач линейного и нелинейного программирования средствами Excel
2	Линейное программирование. Многокритериальная оптимизация

Если преподаватель приглашает студентов к дискуссии, то необходимо принять в ней активное участие. Если на практическом занятии студент не получил ответа на возникшие у него вопросы, он может в конце занятия задать эти вопросы преподавателю курса дисциплины.

Тема 1. Изучение возможностей программы Mathcad в инженерных расчетах. Решение задач линейного и нелинейного программирования средствами Excel

Методические указания

Первая тема курса дисциплины направлена на получение у обучающихся представления о базовых понятиях дисциплины, определении места дисциплины в структуре образовательной программы, планируемых результатах освоения дисциплины, возможных рисках освоения дисциплины, знакомит обучающихся с формами текущего и промежуточного контроля.

Общие сведения о программе Mathcad. Особенности программы Mathcad. Численные методы оптимизации, используемые в среде Mathcad. Численная оптимизация в Mathcad Prime.

Вопросы для самоконтроля:

1. Некоторые сведения по надстройке «Поиск решения»
2. Особенности задач целочисленного программирования
3. Пример на целочисленное программирование

Тема 2. Линейное программирование. Многокритериальная оптимизация

Методические указания

Классификация задач математического программирования. Основные идеи линейного программирования. Основные типы задач линейного программирования и методы их решения

Вопросы для самоконтроля:

1. Общая характеристика многокритериальных задач.
2. Методы сведения многокритериальных задач к однокритериальным.
3. Метод выделения главного критерия.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Практические занятия проводятся с целью формирования у студентов умений и навыков по методам и способам преподавания профессиональных дисциплин с использованием современных педагогических методик.

Практические занятия по дисциплине «Моделирование и системный анализ в агроинженерии» являются важной составной частью учебного процесса изучаемого курса, поскольку помогают лучшему усвоению курса дисциплины, закреплению знаний. Каждый студент имеет возможность выбора темы доклада из предлагаемых преподавателем с учетом темы практического занятия.

В ходе самостоятельной подготовки студентов к практическому занятию необходимо не только воспользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, но и проявить самостоятельность в отыскании новых источников, интересных фактов, статистических данных, связанных с изучаемой проблематикой практического занятия.

Тематический план практических (семинарских) (ПЗ) занятий представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Структура ПЗ

Номер темы	Содержание практического (семинарского) занятия
1	Безусловные экстремумы многих переменных
2	Безусловная и условная оптимизация в одномерном случае. Оптимизации при ограничениях в виде равенств
3	Оптимизация при ограничениях типа равенств и неравенств
4	Многокритериальная оптимизация

Обучающийся должен подготовить по рассматриваемой тематике доклад, выступить в строго отведенное преподавателем время на практическом занятии.

Студент должен представить доклад за 10-15 минут перед аудиторией и ответить на вопросы преподавателя и присутствующих студентов. По результатам заслушивания докладов, их обсуждения на каждом практическом занятии преподаватель выставляет экспертную оценку по четырехбалльной шкале – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка «отлично» ставится обучающемуся обладающему системностью, обстоятельностью и глубиной излагаемого материала, способностью воспроизвести основные тезисы доклада без помощи конспекта, готовому развернуто отвечать на вопросы преподавателя и аудитории, способностью докладчика привлечь внимание аудитории. Оценка «хорошо» ставится

обучающемуся обладающему глубиной и системностью излагаемого материала, но при выступлении частое обращение к тексту доклада, имеющему некоторые затруднения при ответе на вопросы. Оценка «удовлетворительно» ставится обучающемуся имеющему недостатки информации в докладе по целому ряду рассматриваемых проблем, использующему для подготовки доклада исключительно учебную литературу, имеющему затруднения при ответе на вопросы из аудитории и преподавателя. Оценка «неудовлетворительно» ставится обучающемуся представляющему поверхностный, неупорядоченный, бессистемный характер информации в докладе по теме рассматриваемого вопроса, при чтении доклада постоянное использующему текст, неспособному ответить на вопросы из аудитории и преподавателя.

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных психофизических особенностей.

Тема 1. Безусловные экстремумы многих переменных

Цель занятия – приобретение навыков и умений о безусловных экстремумах многих переменных.

Темы докладов

1. Общие сведения об оптимизации.
2. Краткая характеристика методов оптимизации.
3. Основы теории безусловных экстремумов многих переменных.

Методические рекомендации

При рассмотрении вопросов при подготовке к докладу по теме «Общие сведения об оптимизации» необходимо дать характеристику общих сведений об оптимизации. Доклад № 2 предполагает раскрыть особенности и краткую характеристику методов оптимизации. При подготовке доклада № 3 следует рассмотреть основы теории безусловных экстремумов многих переменных.

Вопросы для самоконтроля:

1. Понятие о численных методах оптимизации.
2. Характеристика теории экстремумов многих переменных.
3. Применение теории экстремумов многих переменных.

Тема 2. Безусловная и условная оптимизация в одномерном случае. Оптимизации при ограничениях в виде равенств

Цель занятия – приобретение навыков и умений о безусловной и условной оптимизации в одномерном случае, об оптимизации при ограничениях в виде равенств.

Темы докладов

1. Основы теории безусловной оптимизации в одномерном случае.
2. Основы теории условной оптимизации в одномерном случае.
3. Основы теории оптимизации при ограничениях в виде равенств.

Методические рекомендации

При рассмотрении вопросов при подготовке к докладу по теме «Основы теории безусловной оптимизации в одномерном случае» необходимо дать характеристику общих сведений о безусловной оптимизации в одномерном случае. Доклад № 2 предполагает раскрыть особенности и краткую характеристику общих сведений об условной оптимизации в одномерном случае. При подготовке доклада № 3 следует рассмотреть основы теории оптимизации при ограничениях в виде равенств.

Вопросы для самоконтроля:

1. Условия применимости теории безусловной оптимизации в одномерном случае.
2. Условия применимости теории условной оптимизации в одномерном случае.
3. Условия применимости теории оптимизации при ограничениях в виде равенств.

Тема 3. Оптимизация при ограничениях типа равенств и неравенств

Цель занятия – приобретение навыков и умений об оптимизации при ограничениях типа равенств и неравенств.

Темы докладов

1. Основы теории оптимизации при ограничениях типа неравенств.
2. Основы теории оптимизации при ограничениях типа равенств.
3. Понятие о Парето-оптимальных решениях.

Методические рекомендации

При рассмотрении вопросов при подготовке к докладу по теме «Основы теории оптимизации при ограничениях типа неравенств» необходимо дать характеристику общих сведений о теории оптимизации при ограничениях типа неравенств. Доклад № 2 предполагает раскрыть особенности и краткую характеристику общих сведений о теории оптимизации при ограничениях типа равенств. При подготовке доклада № 3 следует рассмотреть понятие о Парето-оптимальных решениях.

Вопросы для самоконтроля:

1. Условия применимости теории оптимизации при ограничениях типа неравенств.
2. Условия применимости теории оптимизации при ограничениях типа равенств.
3. Условия применимости Парето-оптимальных решений.

Тема 4. Многокритериальная оптимизация

Цель занятия – приобретение навыков и умений о многокритериальной оптимизации.

Темы докладов

1. Свертка нескольких технических критериев в один экономический.
2. Метод линейной (аддитивной) свертки критериев на основе весовых коэффициентов.
3. Основы теории многокритериальной оптимизации.

Методические рекомендации

При рассмотрении вопросов при подготовке к докладу по теме «Свертка нескольких технических критериев в один экономический» необходимо дать характеристику общих сведений о свертке нескольких технических критериев в один экономический. Доклад № 2 предполагает раскрыть особенности и краткую характеристику общих сведений о методе линейной (аддитивной) свертки критериев на основе весовых коэффициентов. При подготовке доклада № 3 следует рассмотреть понятие о теории многокритериальной оптимизации.

Вопросы для самоконтроля:

1. Условия применимости свертки нескольких технических критериев в один экономический.
2. Условия применимости метода линейной (аддитивной) свертки критериев на основе весовых коэффициентов.
3. Условия применимости теории многокритериальной оптимизации.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Согласно учебному плану дисциплины «Моделирование и системный анализ в агроинженерии» по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, студенты заочной формы обучения закрепляют изучаемый материал, самостоятельно в виде выполнения расчетно-графической работы.

При выполнении расчетно-графической работы студенты принимают два значения: N и a (для всех вариантов $b=1$). Численные значения N и a определяются по таблице 4 в зависимости от двух последних цифр студенческого шифра (номера студенческого билета и зачетной книжки). В таблице 4 по горизонтали B размещены цифры от 0 до 9, каждая из которых последняя цифра шифра студента. По вертикали A , также размещены цифры от 0 до 9, каждая из которых – предпоследняя цифра шифра студента. Пересечение горизонтальной и вертикальной линий определяет клетку с значениями N и a . Пример расчетно-графической работы при $N=25$ и $a=15$ ($b=1$) представлен в Приложениях.

Таблица 4 – Варианты заданий

Б		Последняя цифра шифра									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предпоследняя цифра шифра	0	1,8	2,9	3,10	4,11	5,12	6,13	7,14	8,15	9,16	10,17
	1	11,18	12,19	13,20	14,21	15,22	16,23	17,24	18,25	19,26	20,27
	2	21,35	22,34	33,23	32,24	5,25	6,26	1,31	8,32	9,30	10,4
	3	11,5	12,6	13,7	14,8	15,9	16,10	17,11	18,12	19,13	20,14
	4	15,25	16,26	17,1	18,2	19,3	20,4	25,5	26,6	27,1	2,3
	5	4,5	6,7	8,9	10,11	12,13	14,15	16,17	17,31	19,30	21,32
	6	33,24	23,26	1,10	2,11	3,12	4,13	5,14	6,15	7,16	8,17
	7	9,18	10,19	11,20	12,21	13,22	14,23	15,24	16,25	17,26	17,1
	8	18,32	19,3	30,4	31,5	32,6	33,7	34,8	35,9	26,10	1,11
	9	2,12	3,13	4,14	5,15	6,16	7,17	8,18	9,19	10,20	11,21

Ответы на рассматриваемые вопросы должны излагаться по существу, быть четкими, полными, ясными и содержать элементы анализа.

При ответе на вопросы студент должен использовать не только учебную литературу, но и статьи, публикуемые в периодической печати, указывая в работе источники информации. Текстовая часть работы может быть иллюстрирована рисунками, схемами, таблицами. В конце приводится список использованных источников (не менее 10 источников), 80 % которых не старше 5 лет.

Работа должна быть выполнена на листах формата А4 с одной стороны листа, в печатном компьютерном варианте. Шрифт текстовой части размер – 12 (для заголовков – 14), вид шрифта – Times New Roman, интервал 1,5. Поля страницы: левое 3 см, правое 1,5 см, верхнее и нижнее 2 см. Нумерация страниц внизу посередине.

Структура расчетно-графической работы:

- титульный лист (Приложение)
- содержание
- расчетная часть (каждый вопрос начинать с нового листа)
- список используемой литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.0.100-2018, ГОСТ 7.82-2001, ГОСТ Р 7.0.5-2008.

В текстовой части не допускается сокращение слов. Объем выполненной работы не должен превышать 15 листов А4.

Расчетно-графическая работа должна быть оформлена в соответствии с общими требованиями, предъявляемыми к расчетно-графическим работам:

Выполненная расчетно-графическая работа представляется для регистрации на кафедру, затем поступает на рецензирование преподавателю.

Положительная оценка («зачтено») выставляется в зависимости от полноты раскрытия вопроса и объема предоставленного материала в расчетно-графической работе, а также степени его усвоения, которая выявляется при ее защите (умение использовать при ответе на вопросы научную терминологию, лингвистически и логически правильно отвечать на вопросы по проработанному материалу). Студент, получивший расчетно-графическую работу с оценкой «зачтено», знакомится с рецензией и с учетом замечаний преподавателя дорабатывает отдельные вопросы с целью углубления своих знаний.

Расчетно-графическая работа с оценкой «не зачтено» возвращается студенту с рецензией, выполняется студентом вновь и сдается вместе с не зачтенной работой на проверку преподавателю. Расчетно-графическая работа, выполненная не по своему варианту, возвращается без проверки и зачета.

Общее задание для расчетно-графической работы:

Для сформированной на компьютере выборки объемом $N=25$ $a=15$ $b=1$ выполнить проверки соблюдения требований к достоверной (репрезентативной) выборке:

- 1) проверить наличие грубых ошибок в выборке;
- 2) проверить соблюдение требований о случайном характере выборки;
- 3) проверить соблюдения требований о достаточности выборки;
- 4) определить оценочные статистические характеристики случайной величины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гордеев, А. С. Моделирование в агроинженерии: учебник / А. С. Гордеев. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 384 с.
2. Мальцева, О. Г. Методика применения трёхмерного моделирования в современной агроинженерии: учеб. пособие / О. Г. Мальцева. – Самара: СамГАУ, 2015. – 124 с.
3. Ганичева, А. В. Практикум по математическому моделированию и проектированию: учеб. пособие / А. В. Ганичева. – Тверь: Тверская ГСХА, 2020. – 51 с.
4. Гуляев, В. П. Деятельностный подход к подготовке агроинженеров: монография / В. П. Гуляев, М. С. Иванов. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 152 с.
5. Макушев, Ю. П. Основы научных исследований и испытаний двигателей. Практикум: учеб. пособие / Ю. П. Макушев. – Омск: СибАДИ, 2019. – 141 с.
6. Щурин, К. В. Планирование и обработка результатов эксперимента: учеб. пособие / К. В. Щурин, О. А. Копылов, И. Г. Панин. – Королёв: МГОТУ, 2019. – 196 с.

Пример выполнения расчетно-графической работы

Задание 1. Статистическая обработка одномерной выборки случайной величины

1.1. Цель и задачи

Цель – изучить методику статистической обработки одномерной выборки случайной величины.

Задачи – освоить основные понятия (случайная величина, выборка, характеристики случайной величины), методику формулировки и проверки статистических гипотез, изучить требования к выборке и методику проверки их соблюдения, научиться определять достоверные статистические характеристики случайной величины.

1.2. Задание

Для сформированной на компьютере выборки объемом $N=25$ $a=15$ $b=1$ выполнить проверки соблюдения требований к достоверной (репрезентативной) выборке:

- 1) проверить наличие грубых ошибок в выборке;
- 2) проверить соблюдение требований о случайном характере выборки;
- 3) проверить соблюдения требований о достаточности выборки;
- 4) определить оценочные статистические характеристики случайной величины.

1.3. Выполнение расчетов

1. Определяем оценочные характеристики случайной величины:

- выборочное среднее

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{25} \cdot 375,88 = 15,035; \quad (1.1)$$

- выборочная дисперсия

$$s_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \Delta i^2 = \frac{1}{25-1} \cdot 18,07 = 0,753; \quad (1.2)$$

- среднее квадратическое отклонение

$$s_x = \sqrt{s_x^2} = \sqrt{0,753} = 0,868. \quad (1.3)$$

2. Исключение грубых ошибок

Проверка статистической гипотезы о грубой ошибке X_{\max} .

Порядок проверки статистических гипотез.

- формулирование основной и альтернативной статистической гипотезы:

H_0 : X_{\max} является грубой ошибкой;

H_1 : X_{\max} не является грубой ошибкой.

- выбираем статистический критерий и находим его расчетное значение

$$V_p = \frac{x_{\max} - \bar{x}}{s_x} = \frac{17,19 - 15,035}{0,868} = 2,483. \quad (1.4)$$

Таблица 1.1. Исходные данные для расчета оценочных характеристик

№ п\п	Выборочные значения		$d_i = x_{i+1} - x_i$	d_i^2	$\Delta_i = x_i - x_{cp}$	Δ_i^2
	в порядке появления	в порядке возрастания (вариационный ряд)				
1	2	3	4	5	6	7
1	14,56	13,31	0,24	0,06	-0,47	0,22
2	14,32	13,96	-0,21	0,04	-0,71	0,51
3	14,53	14,05	0,48	0,23	-0,51	0,26
4	14,05	14,24	0,73	0,54	-0,99	0,97
5	13,31	14,28	-1,73	2,99	-1,72	2,96
6	15,04	14,32	0,17	0,03	0,01	0,00
7	14,88	14,36	-0,68	0,46	-0,16	0,02
8	15,56	14,48	-1,64	2,68	0,52	0,27
9	17,19	14,53	1,38	1,91	2,16	4,65
10	15,81	14,56	-0,18	0,03	0,77	0,60
11	15,99	14,76	0,12	0,02	0,95	0,90
12	15,86	14,82	-0,05	0,00	0,83	0,68
13	15,92	14,88	0,24	0,06	0,88	0,78
14	15,67	15,04	1,72	2,95	0,64	0,41
15	13,96	15,09	-2,00	4,02	-1,08	1,16
16	15,96	15,56	1,72	2,94	0,92	0,86
17	14,24	15,56	-1,45	2,11	-0,79	0,63
18	15,70	15,67	0,88	0,77	0,66	0,44
19	14,82	15,70	0,46	0,21	-0,22	0,05
20	14,36	15,81	0,08	0,01	-0,68	0,46
21	14,28	15,86	-0,21	0,04	-0,76	0,57
22	14,48	15,92	-1,08	1,16	-0,55	0,31
23	15,56	15,96	0,80	0,64	0,52	0,27
24	14,76	15,99	-0,33	0,11	-0,28	0,08
25	15,09	17,19				
	$\sum x_i = 375,88$			$\sum d_i^2 = 24,01$		$\sum \Delta_i^2 = 18,07$

- находим критическое значение статистического критерия (табл. 1.2.)

$$V_{кр} \equiv V_{\alpha=0.05; n=25} = 2,717. \quad (1.5)$$

Таблица 1.2. Значения $U_{\alpha; n}$ критерия V (для отбрасывания грубых ошибок при измерениях), определяемые из условия $P(V > U_{\alpha; n}) = \alpha$

n	α			n	α		
	0,10	0,05	0,01		0,10	0,05	0,01
3	1,406	1,412	1,414	20	2,447	2,623	2,959
5	1,791	1,869	1,955	25	2,537	2,717	3,071
7	1,974	2,093	2,265	30	2,609	2,792	3,156
10	2,146	2,294	2,540	40	2,718	2,904	3,281
15	2,326	2,493	2,800	50	2,800	2,987	3,370

- сравниваем расчетное значение критерия V_p с критическим значением $V_{кр}$ и выбираем справедливую гипотезу H_0 или H_1 .

Вывод: X_{max} не является грубой ошибкой, справедлива гипотеза H_1

Проверяем, является ли X_{min} грубой ошибкой.

Расчетное значение критерия равно

$$V_p = \frac{\bar{X} - X_{min}}{S_x} = \frac{15,035 - 13,31}{0,868} = 1,987. \quad (1.6)$$

Вывод: Так как $V_p < V_{кр}$, то X_{min} так же не является грубой ошибкой

3. Проверка случайности выборки

- для заданной выборки (столбец 2, табл. 1.1) формируем новую случайную величину d_i , равную разности смежных значений $d_i = X_{i+1} - X_i$ и возводим ее в квадрат (столбец 4 и 5 табл.1.1).

- рассчитываем дисперсию S_x^2

$$c_x^2 = \frac{1}{2(n-1)} \sum_{i=1}^n d_i^2 = \frac{1}{2(25-1)} \cdot 24,01 = 0,5; \quad (1.7)$$

- определяем расчетное значение критерия τ

$$\tau_p = \frac{c_x^2}{S_x^2} = \frac{0,5}{0,868} = 0,576, \quad (1.8)$$

где S_x^2 – дисперсия случайной величины X ; c_x^2 – дисперсия, подсчитанная по методу разностей;

- критическое значение выбранного критерия для объема выборки $n \leq 20$ $\tau_{кр} \equiv \tau_{\alpha; n}$ находим по таблице 1.3.

Таблица 1.3. Критические значения $\tau_{\alpha; k}$ критерия τ , определяемые из условия $P(\tau < \tau_{\alpha; k}) = \alpha$

n	α		n	α	
	0,05	0,01		0,05	0,01
4	0,390	0,256	10	0,531	0,376
5	0,410	0,269	12	0,564	0,414
6	0,445	0,281	14	0,591	0,447
7	0,468	0,307	16	0,614	0,475
8	0,491	0,331	18	0,633	0,499
9	0,512	0,354	20	0,650	0,520

Для выборки объемом больше $n > 20$ τ распределено по нормальному закону распределения с параметрами

$$m_x = 1 ; S_x = \sqrt{\frac{1}{n+1} \cdot \left(1 - \frac{1}{n-1}\right)} \approx \frac{1}{\sqrt{n+1}} . \quad (1.9)$$

В этом случае $\tau_{кр}$ определяется из условия

$$\frac{\sqrt{n+1}}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\tau_{кр}} \exp \left[-\frac{(\tau-1)^2 \cdot (n+1)}{2} \right] d\tau = \alpha . \quad (1.10)$$

Для $n=25$, $\alpha=0,05$ находим параметр нормирования ЗНР $t = \frac{x-m_x}{S_x}$ по таблице 10 (приложения1) соответствующий уровню доверительной вероятности 0,95, получим $t = 1,65$, для 0,05 $t = -1,65$.

Искомое значение будет равно $\tau_{кр} = x = t \cdot S_x + m_x$. Значение $m_x = 1$, а S_x подсчитываем по формуле (9) $S_x = \frac{1}{\sqrt{25+1}} = 0,196$.

Тогда

$$\tau_{кр} \equiv \tau_{\alpha=0,05;n=25} = -1,65 \cdot 0,196 + 1 = 0,6766 \quad (1.11)$$

Если $\tau_p \geq \tau_{кр}$, то принимаем гипотезу о случайности выборки, $\tau_p < \tau_{кр}$, то принимаем гипотезу о не случайном характере выборки.

Вывод: так как $\tau_p < \tau_{кр}$, то выборка неслучайная.

4. Оцениваем достаточность выборки

- определяем минимально необходимый объем выборки

$$n_p = \left(\frac{t_{\gamma;n} \cdot S_x}{\Delta \cdot \bar{X}} \right)^2 = \left(\frac{2,06 \cdot 0,868}{0,1 \cdot 15,035} \right)^2 = 1,1 . \quad (1.15)$$

Значение относительной погрешности задается методикой испытаний или измерений (в расчетах принимаем $\Delta=10\%$ или 0,1).

Полученное расчетное значение округляем до большего целого значения $n_p = 2$.

- сравниваем расчетное значение с объемом выборки.

Вывод: В нашем примере $n_p=65 > N=25$, следовательно, выборка достаточная по объему.

5. Определение минимально необходимого числа измерений при разработке методики исследования. При выполнении задания необходимо самостоятельно разобраться и объяснить, как поступить в этом случае?

Ответ студента: В практической работе исследователя чаще всего встречается задача обоснования необходимого числа измерений при разработке рабочей методики испытаний. На этом этапе имеем все выборочные значения.

Контрольные вопросы:

1. Дать определение случайной величины и привести примеры из своей практики.
2. Как будут изменяться статистические характеристики случайной величины при увеличении и выборки?
3. Объяснить порядок проверки статистических гипотез.
4. Объяснить понятие статистического критерия.
5. Как сравнить два исследуемых идентичных процесса с разными средними и дисперсиями одного признака?

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Калининградский государственный технический университет»

Институт агроинженерии и пищевых систем

Кафедра производства и экспертизы качества сельскохозяйственной продукции

Расчетно-графическая работа
допущена к защите
Руководитель: _____
(уч. степень, звание, должность)
_____ И.О. Фамилия
« ___ » _____ 202__ г.

Расчетно-графическая работа
защищена
Руководитель: _____
(уч. степень, звание, должность)
_____ И.О. Фамилия
« ___ » _____ 202__ г.

Расчетно-графическая работа
по дисциплине
«МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В АГРОИНЖЕНЕРИИ»

Шифр студента _____
Вариант № _____

Работу выполнил:
студент гр. _____
_____ И.О. Фамилия
« ___ » _____ 202__ г.

Калининград
202__

**ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
(ЭКЗАМЕН)**

1. Моделирование как способ прогнозирования процессов.
2. Классификация моделей по отрасли применения, по способу получения.
3. Моделирование на основе планирования экспериментов.
4. Методология. Цели и задачи.
5. Моделирование динамических процессов при проектировании систем автоматического управления. Цели и задачи.
6. Моделирование поведения механических систем при 3D-проектировании. Цели и задачи.
7. Первичные методы обработки экспериментальных данных.
8. Выборочное среднее, среднеквадратическое отклонение, дисперсия.
9. Статистический анализ регрессионной модели. Проверка адекватности регрессии.
10. Использование регрессионной модели для сканирования факторного пространства. Анализ поверхности отклика.
11. Использование регрессионной модели для поиска оптимальных значений факторов.
12. Использование регрессионной модели для управления технологическим процессом. Оценка погрешности регрессионной модели.
13. Твердотельное 3D-проектирование. Методология, функциональные возможности САПР.
14. Планирование эксперимента как способ получения математических моделей. Методология, математический аппарат.
15. Виды планов. Полный и дробный факторный эксперимент.
16. Свойства планов, ортогональность, рототабельность.
17. Обработка результатов факторного эксперимента. Вычисление коэффициентов регрессии.
18. Статистический анализ регрессионной модели. Проверка значимости коэффициентов регрессии.
19. Твердотельное 3D-проектирование. Создание детали. Дерево проектирования, инструменты. Редактирование детали.
20. Твердотельное 3D-проектирование. Создание сборки. Инструменты, редактирование сборки.
21. Твердотельное 3D-проектирование.
22. Симуляция нагружения детали, определение деформации.
23. Твердотельное 3D-проектирование. Создание анимации.
24. Прочностные расчет в среде САПР.
25. Моделирование в среде САПР. Инструменты раздела «Элементы».
26. Моделирование в среде САПР. Создание модели с помощью инструмента «вытянутый вырез».

27. Моделирование в среде САПР. Создание модели с помощью инструмента «Бобышка-вытянуть».
28. Моделирование в среде САПР. Создание модели с помощью инструмента «Повернутая бобышка/основание».
29. Моделирование в среде САПР. Создание модели с помощью инструмента «Бобышка/основание по траектории».
30. Моделирование в среде САПР. Инструменты эскиза.
31. Моделирование в среде САПР. Инструменты «Анализировать».
32. Моделирование в среде САПР. Инструменты DimXpert.
33. Моделирование в среде САПР rks. Инструменты Office.
34. Моделирование в среде САПР. Инструменты Circuitworks.

Локальный электронный методический материал

Елена Викторовна Ульрих

МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В АГРОИНЖЕНЕРИИ

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 2,0. Печ. л. 1,5

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1