

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский федеральный университет»

Институт торговли и сферы услуг
(наименование института)

Кафедра технологии и организации общественного питания
(наименование кафедры)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ КУРСА И ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Дисциплина Б1.О.07 Моделирование и оптимизация технологических
процессов в индустрии питания

индекс и наименование дисциплины (на русском и иностранном языке при реализации
на иностранном языке) в соответствии с ФГОС ВО и учебным планом

Направление подготовки/специальность 19.04.04 Технология продукции и
организация общественного питания

шифр и наименование направления подготовки/специальности

Направленность (профиль) 19.04.04.01 «Новые пищевые продукты для раци-
онального и сбалансированного питания

шифр и наименование направления подготовки (профиля)

магистр

квалификация (степень) выпускника

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Общие требования к контрольной работе.....	6
2. Темы контрольных работ (рефератов) по дисциплине.....	13
3. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....	22
4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).....	22

ВВЕДЕНИЕ

Цель преподавания дисциплины: освоение навыков использования современных методов моделирования и оптимизации технологических процессов в индустрии питания при производстве пищевых продуктов, учитывающих региональную специфику и достижения науки о питании.

Основные задачи изучения дисциплины:

- ознакомление с основными понятиями математической статистики,
- изучение методов планирования эксперимента;
- получение практических навыков по математической обработке результатов эксперимента,
- получение практических навыков по оптимизации технологических процессов математическими моделями.

В результате изучения дисциплины студенты должны освоить следующие компетенции:

ОПК-5: Способен использовать научные знания и навыки исследовательской деятельности для решения организационно-технологических задач	
ОПК-5.1: организует научно-исследовательские/опытно-конструкторские работы в сфере питания на основе общенаучных принципов	
Знать:	принципы организации научно-исследовательской деятельности в сфере питания на основе использования методов математического моделирования и оптимизации
Уметь:	разрабатывать план научно-исследовательской работы на основе использования методов математического моделирования
Владеть:	навыками организации научно-исследовательской деятельности в сфере питания на основе использования методов математического моделирования и оптимизации
ОПК-4: Способен использовать методы математического моделирования продуктов и проектирования технологических процессов производства продуктов питания	
ОПК-4.1: применяет методы моделирования и проектирования технологических процессов производства продуктов питания различного состава и назначения	
Знать:	принципы применения методов моделирования при оптимизации технологических процессов производства продуктов питания
Уметь:	использовать основные методы моделирования при оптимизации технологических процессов производства продуктов питания
Владеть:	навыками построения математических моделей при оптимизации технологических процессов производства продуктов питания
ОПК-4.2: применяет специализированные программные и информационные продукты для решения профессиональных задач	
Знать:	виды программных и информационных продуктов, используемых при моделировании и оптимизации технологических процессов в индустрии питания
Уметь:	использовать основные виды программных и информационных продуктов, используемых при моделировании и оптимизации технологических процессов в индустрии питания
Владеть:	навыками применения основных видов программных и информационных продуктов, используемых при моделировании и оптимизации технологических процессов в индустрии питания

ОПК-3: Способен оценивать риски и управлять качеством путем использования современных методов и разработки новых технологических решений	
ОПК-3.3: разрабатывает новые технологические решения с целью повышения качества и безопасности продукции, а также придания ей заданных свойств	
Знать:	методы моделирования пищевых продуктов, обеспечивающих придание заданных свойств
Уметь:	использовать методы моделирования пищевых продуктов, обеспечивающих придание заданных свойств
Владеть:	навыками моделирования пищевых продуктов, обеспечивающих придание заданных свойств
ОПК-2: Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологических процессов производства продукции различного назначения	
ОПК-2.1: анализирует технологические процессы производства продукции с целью выявления потерь на всех стадиях (этапа) и разрабатывает мероприятия по их снижению	
Знать:	методы, используемые при априорном ранжировании факторов технологического процесса производства продукции
Уметь:	выполнять процедуру экспертного оценивания факторов, влияющих и характеризующих протекание изучаемого технологического процесса
Владеть:	практическими навыками статистической обработки результатов априорного ранжирования факторов
ОПК-2.2: применяет принципы совершенствования технологических процессов производства кулинарной продукции с целью рационализации питания населения, в том числе различных категорий потребителей	
Знать:	основные методы оптимизации технологических процессов производства кулинарной продукции
Уметь:	применять методы «крутое восхождение». «симплекс метод» для оптимизации технологических процессов производства кулинарной продукции
Владеть:	навыками оптимизации технологических процессов производства кулинарной продукции на основании использования метода математического моделирования
ПК-4: Способен создавать математические модели, позволяющие исследовать и оптимизировать параметры технологического процесса производства, улучшать качество продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов, оценивать влияние новых технологий, новых видов сырья, технологического оборудования на конкурентоспособность и потребительские качества продукции	
ПК-4.1: разрабатывать математические модели для исследования и оптимизации параметров технологического процесса производства и улучшения качества продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов	
Знать:	основные математические методы, используемые для оптимизации параметров технологического процесса производства продукции общественного питания массового изготовления
Уметь:	использовать математические модели с целью оптимизации параметров технологического процесса производства продукции общественного питания массового изготовления
Владеть:	навыками оптимизации параметров технологического процесса производства продукции общественного питания массового изготовления
ПК-4.2: применять методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов на базе стандартных пакетов прикладных программ	
Знать:	стандартные пакеты прикладных программ, используемые для математи-

	ческого моделирования и оптимизации технологических процессов производства продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов
Уметь:	осуществлять выбор оптимального пакета прикладной программы с целью математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов
Владеть:	навыками применения методов математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов

Программой дисциплины предусмотрено применение следующих образовательных технологий: проведение практических занятий, самостоятельная работа студентов. При проведении практических работ используется ряд интерактивных методов - метод кооперативного обучения (командная поддержка индивидуального обучения).

Видом промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине является экзамен.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Работа выполняется в печатном виде и состоит из следующих структурных элементов: титульный лист; содержание; введение; основная часть; заключение; список использованных источников; приложения (при необходимости). Каждый структурный элемент текстового документа начинают с новой страницы. Заголовки структурных элементов «СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ», «ПРИЛОЖЕНИЕ» располагают посередине строки и печатают прописными буквами полужирным шрифтом. Заголовки отделяют от текста интервалом в одну строку, не подчеркивают и не нумеруют.

Титульный лист является первой страницей текстового документа. Пример оформления титульного листа:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Сибирский федеральный университет	
Институт торговли и сферы услуг Кафедра <u>технологии и организации общественного питания</u>	
Контрольная работа по курсу <u>«Моделирование и оптимизация технологических процессов в индустрии питания»</u>	
Тема магистерской диссертации _____	
Выполнил: Студент группы _____ _____ (фамилия, имя, отчество полностью)	
Проверил _____ _____ (ФИО преподавателя)	
Красноярск, _____	

Содержание текстового документа включает заголовки структурных элементов, порядковые номера и заголовки всех разделов (подразделов, пунктов), обозначения и заголовки приложений. Заголовки записывают строчными буквами, с первой прописной. После каждого заголовка ставят отточие и приводят номер страницы, на которой начинается данный структурный элемент или раздел (подраздел, пункт).

Заголовки структурных элементов, разделов (подразделов, пунктов) в содержании должны повторять заголовки в тексте. Сокращать заголовки или давать их в другой формулировке не допускается.

Номера и заголовки разделов, как и заголовки структурных элементов, записывают с начала строки.

Номера и заголовки подразделов приводят после абзацного отступа, равного двум знакам относительно номеров разделов.

Номера и заголовки пунктов приводят после абзацного отступа, равного двум знакам относительно номеров подразделов.

При необходимости продолжения записи заголовка раздела (подраздела, пункта) на второй (последующей) строке его начинают на уровне начала этого заголовка на первой строке, а при продолжении записи заголовка приложения – на уровне записи обозначения этого приложения.

Пример оформления содержания:

СОДЕРЖАНИЕ	
Введение	5
1 Общие сведения и характеристика	7
1.1 История создания и развития	7
1.2 Основные виды	8
1.3 Номенклатура.....	9
2 Анализ	10
2.1 Задачи анализа	16
2.2 Ретроспективная оценка эффективности	18
2.3 Анализ эффективности	19
Заключение	22
Список использованных источников	24
Приложение А Отчет	27

Введение. В общем случае введение должно содержать оценку современного состояния исследуемой проблемы, формулировку цели и задач работы, методы и средства решения задач, отражать актуальность и новизну выполняемой работы.

Основная часть. Содержание разделов основной части текстового документа зависит от темы и вида выполняемой работы.

В разделах основной части текстового документа приводятся описания теоретических вопросов, методик выполнения работы, выполненных экспериментальных исследований, результаты патентно-информационного поиска, расчеты, графики, таблицы, схемы.

Заключение, в зависимости от вида работы, может содержать:

- выводы по результатам выполненной работы;
- оценку полноты решений поставленных задач, полученных результатов, преимущества принятых решений и рекомендации по их использованию;
- оценку технико-экономической эффективности внедрения и применения результатов работы;
- обоснование теоретической и практической ценности полученных результатов.

Список использованных источников. В список использованных источников включают все литературные источники, правовые и нормативные документы, использованные автором при написании работы.

*Примеры библиографических записей документов
в списке использованных источников*

Нормативные законодательные акты

Конституция Российской Федерации : офиц. текст. – Москва : Маркетинг, 2001. – 39 с.

Гражданский кодекс Российской Федерации : в 4 ч. : по состоянию на 1 февр. 2010 г. – Москва : Кнорус, 2010. – 540 с.

О координации международных и внешнеэкономических связей субъектов Российской Федерации : федер. закон Российской Федерации от 4 янв. 1999 г. № 4-ФЗ // Российская газета. – 1999. – 16 янв.

Трудовой кодекс Российской Федерации : федер. закон от 30.12.2001. № 197-ФЗ. – Москва : ОТиСС, 2002. – 142 с.

Стандарты и другие нормативные документы

ГОСТ Р 54861-2011 Окна и наружные двери. Методы определения сопротивления теплопередаче. – Введ. 01.07.2012. – Москва : Стандартиформ, 2012. – 20 с.

ГОСТ 2.316–2008 Единая система конструкторской документации. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения. – Взамен ГОСТ 2.316–68 ; введ. 01.07.2009. – Москва : Стандартиформ, 2009. – 12 с.

СТО 4.2–22–2009 Система менеджмента качества. Организация учета и хранения документов. – Введ. 22.12.2009. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – 41 с.

Стандартизация в Российской Федерации : [сборник]. – Москва : Стандартиформ, 2007. – 211 с. – Содерж. 12 док.

СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009. – Введ. 20.05.2011. – Москва : ОАО ЦПП, 2011. – 44 с.

СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий. – Взамен СП 23-101-2000 ; введ. 01.06.2004. – Москва : ФГУП ЦПП, 2004. – 140 с.

Патентные документы

Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК⁷ Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство / В. И. Чугаева ; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. – № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 ; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.

А.с. 1007970 СССР, МКИ³ В 25 J 15/00. Устройство для захвата неориентированных деталей типа валов / В. С. Ваулин, В. Г. Кемайкин (СССР). – № 3360585/25-08 ; заявл. 23.11.81 ; опубл. 30.03.83, Бюл. № 12. – 2 с.

Книги одного автора

Маергойз, Л. С. Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии : учебник / Л. С. Маергойз. – Москва : АСВ, 2004. – 232 с.

Калыгин, В. Г. Промышленная экология : учебное пособие / В. Г. Калыгин. – Москва : Академия, 2004. – 431 с.

Макаров, Е. Ф. Справочник по электрическим сетям : в 6 т. / Е. Ф. Макаров; под. ред. И. Т. Горюнова, А. А. Любимова. – Москва : Папирус Про, 2003. – Т.2. – 622 с.

Книги двух авторов

Соколов, А. Н. Гражданское общество: проблемы формирования и развития (философский и юридический аспекты) : монография / А. Н. Соколов, К. С. Сердобинцев ; под общ. ред. В. М. Бочарова. – Калининград : Калининградский ЮИ МВД России, 2009. – 218 с.

Агафонова, Н. Н. Гражданское право : учеб. пособие для вузов / Н. Н. Агафонова, Т. В. Богачева ; под. общ. ред. А. Г. Калпина ; Мин-во общ. и проф. образования РФ, Моск. гос. юрид. акад. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва : Юрист, 2002. – 542 с.

Гудников, В. А. Экологическая экспертиза. Т. 1. Градостроительная документация. Сборник законодательных и нормативных документов / В. А. Гудников, В. Н. Седых. – Москва : Энергосервис, 2005. – 560 с.

Книги трех авторов

Киричек, А. В. Технология и оборудование статико-импульсной обработки поверхностным пластическим деформированием : науч. изд. / А. В. Киричек, Д. Л. Соловьев, А. Г. Лазуткин. – Москва : Машиностроение, 2004. – 287 с.

Дикаревский, В. С. Обработка осадков сточных вод : учеб. пособие / В. С. Дикаревский, В. Г. Иванов, Н. А. Черников. – Санкт-Петербург : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2001. – 36 с.

Книги четырех и более авторов

Маркетинговые исследования в строительстве : учеб. пособие для студентов спец. «Менеджмент организаций» / О. В. Михненко, И. З. Коготкова, Е. В. Генкин, Г. Я. Сороко. – Москва : Гос. ун-т управления, 2005. – 59 с.

Интегрированный урок по химии : метод. рекомендации / С. Г. Ахмерова [и др.]. – Уфа : БИРО, 2002. – 15 с.

История России : учеб. пособие для студентов всех специальностей / В. Н. Быков [и др.] ; отв. ред. В. Н. Сухов ; М-во образования Рос. Федерации, С-Петерб. гос. лесотехн. акад. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : СПбЛТА, 2001. – 231 с.

Нестационарная аэродинамика баллистического полета / Ю. М. Липницкий [и др.]. – Москва, 2003. – 176 с.

Книги под заглавием

Актуальные проблемы социального менеджмента : научный сборник / Саратов. техн. ун-т ; ред. А. С. Борщов. – Саратов : Аквариус, 2002. – 210 с.

Управление бизнесом : сб. статей. – Нижний Новгород : Изд-во Нижегородского ун-та, 2009. – 243 с.

На пути к гражданскому обществу : материалы междунар. науч.-практ. конф., 6 – 7 дек. 2002 г. / под ред. О. П. Дроздова. – Санкт-Петербург, 2003. – 98 с.

Диссертации

Покровский, А. В. Устранимые особенности решений эллиптических уравнений : дис. ... д-ра физ.-мат. наук : 01.01.01 / Покровский Андрей Владимирович. – Москва, 2008. – 178 с.

Вишняков, И. В. Модели и методы оценки коммерческих банков в условиях неопределенности : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.13 / Вишняков Илья Владимирович. – Москва, 2002. – 234 с.

Вербицкая Н. А. Злоупотребления при эмиссии корпоративных ценных бумаг : дис. ... канд. юрид. наук : 12.00.08 / Вербицкая Наталья Александровна. – Красноярск, 2007. – 192 с.

Авторефераты диссертаций

Меркулова, М. Е. Архитектура Красноярска XIX – начала XX века. Стилиевые характеристики : автореф. дис. ... канд. искусствоведения : 18.00.01 / Меркулова Мария Евгеньевна. – Москва, 2005. – 24 с.

Лукина, В. А. Творческая история «Записок охотника» И. С. Тургенева : автореф. дис. ... канд. филол. наук : 10.01.01 / Лукина Валентина Александровна. – Санкт-Петербург, 2006. – 26 с.

Депонированные научные работы

Бураков, Д. А. Обзор математических моделей склонового и речного стоков / Д. А. Бураков, Е. Д. Каропова, В. В. Шайдулов ; Ин-т вычисл. моделир. СО РАН. – Красноярск, 2006. – 48 с. - Деп. в ВИНТИ 24.03.06, № 311–В2006.

Разумовский, В. А. Управление маркетинговыми исследованиями в регионе / В. А. Разумовский, Д. А. Андреев. – Москва, 2002. – 210 с. – Деп. в ИНИОН Рос. акад. наук 15.02.02, № 139876.

Отчеты о научно-исследовательской работе

Методология и методы изучения военно-профессиональной направленности подростков : отчет о НИР / Загорюев А. Л. – Екатеринбург : Уральский институт практической психологии, 2008. – 102 с.

Формирование генетической структуры стада : отчет о НИР (промежут.)/ Всерос. науч.-исслед. ин-т животноводства ; рук. Попов В. А.; исполн.: Алешин Г. П., Ковалева И. В., Латышев Н. К., Рыбакова Е. И., Стриженко А. А. – Москва, 2001. – 75 с.

Электронные ресурсы

Гражданский кодекс Российской Федерации. В 4 ч. Ч. 2 [Электронный ресурс] : федер. закон от 26.01.1996 № 14-ФЗ ред. от 30.11.2011. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

О судах общей юрисдикции в Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. конституционный закон от 07.02.2011. № 1-ФКЗ (в ред. Федеральных конституционных законов от 01.06.2011 N 3-ФКЗ, от 08.06.2012 N

1-ФКЗ, от 10.07.2012 N 2-ФКЗ, от 01.12.2012 N 3-ФКЗ) // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

О естественных монополиях [Электронный ресурс] : федер. закон от 17.08.1995 № 147-ФЗ ред. от 25.06.2012 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

Исследовано в России [Электронный ресурс] : многопредмет. науч. журн. / Моск. физ.-техн. ин-т. – Электрон. журн. – Долгопрудный : МФТИ, 1998. – Режим доступа: <http://zhurnal.mipt.rssi.ru>.

Насырова, Г. А. Модели государственного регулирования страховой деятельности [Электронный ресурс] / Г. А. Насырова // Вестник Финансовой академии. – 2003. – №4. – Режим доступа: [http://vestnik.fa.ru/4\(28\)2003/4.html](http://vestnik.fa.ru/4(28)2003/4.html).

Астафьева, Е. А. Материаловедение. Микроструктура железоуглеродистых сплавов [Электронный ресурс] : лаб. практикум / Е. А. Астафьева, О. Ю. Фоменко. – Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2003. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Электронный каталог ГПНТБ России [Электронный ресурс] : база данных содержит сведения о всех видах лит., поступающей в фонд ГПНТБ России. – Москва, [199–]. – Режим доступа: <http://www.gpntb.ru/win/search/help/el-cat.html>.

Устройство комплектное распределительное напряжением 6-10 кВ на токи 630-2000 А СЭЩ®-63 (К-63) : техн. информация : ТИ – 071-2009, версия 2.8 / ЗАО «ГК «Электрощит» – ТМ Самара». // ЗАО Группа Компаний ЭЛЕКТРОЩИТ [сайт]. – Самара, 2013. – Режим доступа: <http://www.electroshield.ru>

Статья из журнала

Кузьмин, А. М. Теория решения изобретательских задач / А. М. Кузьмин // Методы менеджмента качества. – 2005. – № 1. – С. 31–34.

Геращенко, С. М. Экология города / С. М. Геращенко // Вестник : теоретический и науч.-практический журнал / Международная академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности. – Санкт-Петербург ; Красноярск, 2005. – Т. 10, № 4. – С. 55–59.

Статья из журнала, опубликованная в двух номерах

Медведев, В. И. Экологическое сознание / В. И. Медведев, А. А. Алдашева // Экология человека. – 2001. – № 3. – С. 17–20 ; № 4. – С. 20–22.

Статья из сериального издания

Рудаков, Л. И. Преподавание гуманитарных дисциплин / Л. И. Рудаков // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3. Философия. – 2004. – № 7. – С. 12–17.

Статья из книги

Новиков, А. Б. Экологическое сознание / А. Б. Новиков // Эволюция культуры : сб. науч. тр. / Воронеж. гос. ун-т. – Воронеж, 2001. – С. 37–46.

Глава из книги

Енджиевский, Л. В. Одноэтажные производственные здания с решетчатыми ригелями / Л. В. Енджиевский // Металлические конструкции. В 3 т. Т.

2. Конструкции зданий : учебник для строительных вузов / В. В. Аржаков [и др.]. – Москва, 2002. – Гл. 2. – С. 66–195.

Приложения. Материалы, которые по каким-либо причинам не могут быть помещены в основной текст документа, рекомендуется оформлять в виде приложений. Приложениями могут быть: иллюстрации большого формата или объема; сметы, ведомости; описание аппаратуры и приборов, примененных при проведении экспериментов, измерений, испытаний; иллюстрации вспомогательного характера; промежуточные математические доказательства, формулы и расчеты; протоколы, акты внедрения, акты испытания оборудования, отчет о патентных исследованиях; бланки анкет; распечатки с ЭВМ; тексты программ для ЭВМ, разработанных в процессе выполнения работы; таблицы с данными, дополняющими основные результаты; ведомость выполненного графического материала. Допускается в качестве приложения использовать схемы, чертежи, ведомости, спецификации, таблицы, заимствованные из других, самостоятельно выпущенных, документов.

Требования к оформлению и изложению контрольной работы/реферата

Текстовые документы выполняют печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210x297 мм), шрифтом Times New Roman 14 размера, межстрочный интервал принимают одинарный или полуторный. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту документа и равен пяти знакам (12,5 мм).

В исключительных случаях допускается рукописное изложение текста документа. При этом почерк должен быть четким и аккуратным, чернила одного цвета, высота букв и цифр не менее 2,5 мм, расстояние между строк не менее 8 мм и не более 10 мм.

Текст контрольной работы печатают на листах (без рамки) с соблюдением следующих размеров полей:

- левого – 30 мм;
- верхнего и нижнего – 20 мм;
- правого – 10 мм.

Страницы текстового документа нумеруют арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему документу. На листах без рамки номер страницы проставляют в центре нижней части листа. Титульный лист текстового документа включают в общую нумерацию страниц. Номер страницы на титульном листе не проставляют.

Оформление контрольной работы производят в соответствии с СТУ 7.5–07–2021 «Стандарт организации. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности» (<https://about.sfu-kras.ru/node/8127>).

2. ТЕМЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ (РЕФЕРАТОВ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Тема контрольной работы (реферата) непосредственно связана с темой магистерской диссертации и заключается в оценке возможности применения методов моделирования и оптимизации технологических процессов при разработке тематики магистерской диссертации.

Пример:

Тема магистерской диссертации	Тема контрольной работы
Разработка новых видов хлебобулочных изделий с использованием растительного сырья	Моделирование и оптимизация замеса теста

В случае отсутствия возможности использования биотехнологических приемов, допустим выбор одной из перечисленных ниже тем в соответствии с двумя последними цифрами зачетки:

••
0 0 0 0 0 0 0 0

0	Тема контрольной работы
0	Моделирование и оптимизация выпечки тестовых заготовок
1	Моделирование и оптимизация сушки коротких макаронных изделий
2	Моделирование и оптимизация прессования макаронных изделий
3	Моделирование и оптимизация уваривания карамельного сиропа
4	Моделирование и оптимизация приготовления помадной массы
5	Моделирование и оптимизация выпечки тестовых заготовок
6	Моделирование и оптимизация сушки коротких макаронных изделий
7	Моделирование и оптимизация прессования макаронных изделий
8	Моделирование и оптимизация уваривания карамельного сиропа
9	Моделирование и оптимизация приготовления помадной массы

Задания:

В рамках контрольной работы необходимо:

- представить научно-обоснованные цели и задачи, схему исследований в планируемом проекте разработки новой продукции индустрии питания в соответствии с темой магистерской диссертации;

- объяснить цель и возможности математического моделирования технологического процесса производства продукции;

- разработать параметрическую схему технологического процесса, выделить возмущающие, управляющие, наблюдаемые, управляемые параметры (не менее трех каждого вида);

- выполнить процедуру экспертного оценивания факторов, влияющих и характеризующих протекание технологического процесса: составить экспертную карту, опросить коллег в качестве экспертов, составить матрицу рангов, определить коэффициент конкордации, выполнить построение априорной диаграммы рангов, выделить наиболее значимые факторы.

- вывод;

- список использованных литературных источников.

Методические указания к выполнению контрольной работы:

Актуальность темы:

Формулировка и постановка проблемы:

Цель:

Основные задачи:

Параметрическая схема технологического процесса: рассмотрим параметрическую схему замеса теста (рис. 1), на которой представлены основные параметры.

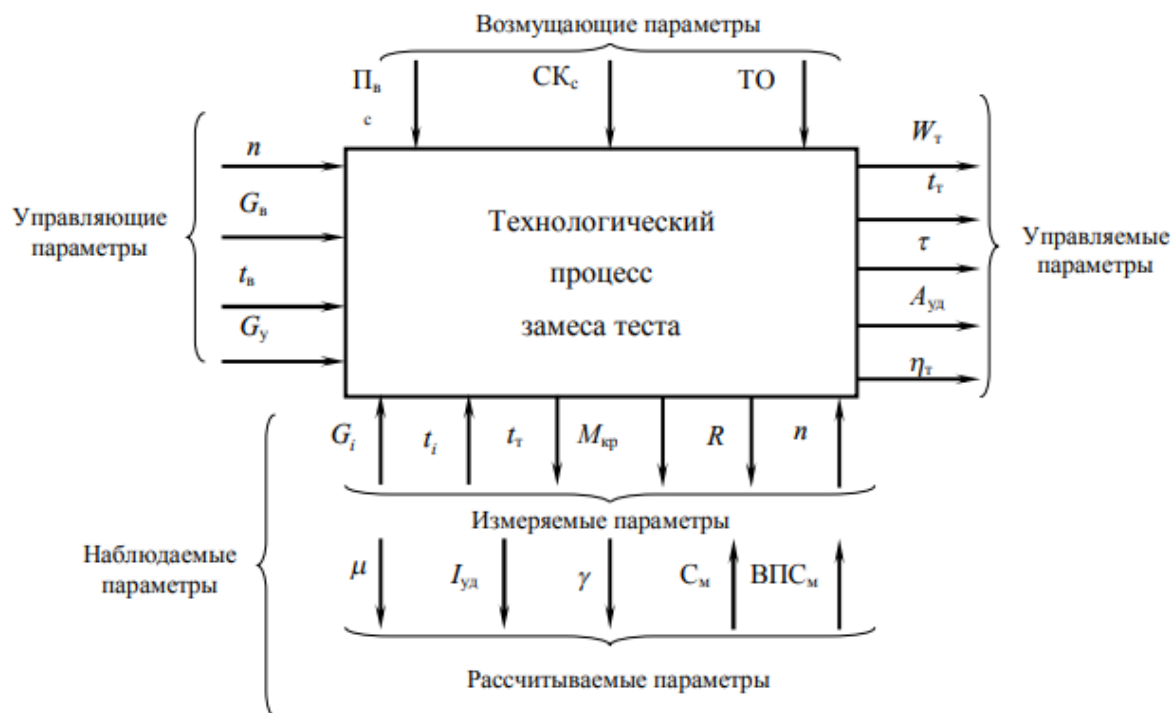


Рисунок 1 – Параметрическая схема процесса замеса теста

Возмущающие параметры:

- параметры внешней среды $\Pi_{в}$ (температура и относительная влажность воздуха в помещении);
- химический состав и качество сырья $СК_{с}$;
- технологические отклонения $ТО$ (коэффициент заполнения месильной емкости, исправность и чистота оборудования для замеса теста).

Управляющие параметры:

- частота вращения месильного органа n ;
- объем воды на замес теста $G_{в}$;
- температура воды на замес теста $t_{в}$;
- количество хлебопекарных улучшителей $G_{у}$;

Наблюдаемые параметры:

- количество рецептурных компонентов G_{i} ;
- температура рецептурных компонентов t_{i} ;
- температура теста $t_{т}$;

- крутящий момент на валу месильного органа тестомесильной машины $M_{кр}$;
- частота вращения месильного органа n ;
- электрическое сопротивление теста R ;
- удельная интенсивность замеса $I_{уд}$;
- электрическая проводимость теста g ;
- “сила” муки C_m ;
- водопоглотительная способность муки $ВПС_m$;
- выход теста V_t ;
- число циклов деформации m .

Управляемые параметры:

- эффективная вязкость теста η_t ;
- удельная работа замеса $A_{уд}$;
- температура теста t_t ;
- влажность теста W_t ;
- продолжительность замеса теста t .

Процедура экспертного оценивания факторов, влияющих и характеризующих протекание технологического процесса:

Из выявленных в ходе разработки параметрической схемы выявить основные факторы. Рассмотрим процедуру выявления факторов, характеризующих и влияющих на процесс замеса пшеничного теста в тестомесильной машине периодического действия. В качестве показателей экспертам были предложены следующие факторы: X_1 – удельная интенсивность замеса; X_2 – удельная работа замеса; X_3 – эффективная вязкость теста; X_4 – температура теста; X_5 – подъемная сила; X_6 – кислотность теста; X_7 – влажность теста; X_8 – содержание жира (в пересчете на сухое вещество); X_9 – содержание сахара (в пересчете на сухое вещество); X_{10} – разрыхленность теста; X_{11} – объем образующегося диоксида углерода.

Таблица 1 – Экспертная карта

№ фактора	Наименование фактора	Степень влияния (оценка) фактора			
		Существенное (4)	Заметное (3)	Малое (2)	Не влияет (1)
1	Вязкость	+			
.					
.					
5	Влажность		+		

После этого проводят ранжирование оценок, т. е. самой высокой оценке присваивают наименьший ранг и по результатам строят матрицу рангов (табл. 2).

Таблица 2 – Матрица рангов

№ фактора	Эксперты				Сумма рангов
	1	2	... j ...	M	
X_1	a_{11}	a_{12}	a_{1j}	a_{1M}	S_1
X_2	a_{21}	a_{22}	a_{2j}	a_{2M}	S_2
..
·	·	·	·	·	·
X_i	a_{i1}	a_{i2}	a_{ij}	a_{iM}	S_i
·	·	·	·	·	·
..
X_N	a_{N1}	a_{N2}	a_{Nj}	a_{NM}	S_N

Здесь a_{ij} – ранг, приспанный j -тым экспертом i -му фактору.

Сумму рангов S_i по каждому фактору определяют по формуле:

$$S_i = \sum_{j=1}^M a_{ij} . \quad (1)$$

Затем находят среднее значение сумм рангов L по всем факторам:

$$L = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_i . \quad (2)$$

Сумму квадратов отклонений S сумм рангов S_i от среднего значения L рассчитывают по формуле:

$$S = \sum_{i=1}^N (S_i - L)^2 . \quad (3)$$

После этого находят коэффициент конкордации, характеризующий степень согласованности мнений экспертов:

$$W = \frac{12S}{M^2(N^3 - N)} . \quad (4)$$

Коэффициент конкордации может принимать значения из интервала $0 \leq W \leq 1,0$, причем $W = 0$ свидетельствует об отсутствии какого-либо согласия во мнениях экспертов, $W = 1$ – полное согласие всех экспертов относительно порядка убывания влияния факторов на изучаемый технологический процесс. Затем оценивают значимость коэффициента конкордации. При $N > 7$ используют χ^2 - критерий Пирсона:

$$\chi_p^2 = \frac{12S}{NM(N+1)}, \quad (5)$$

который сравнивают с табличным значением χ^2_T для выбранного числа степеней свободы $f = N - 1$ и заданного уровня значимости p (табл.3).

Таблица 3 – Табулированные значения χ^2 - критерия

Число степеней свободы f	Уровень значимости $p, \%$		Число степеней свободы f	Уровень значимости $p, \%$	
	5	1		5	1
1	3,84	6,64	11	19,68	24,73
2	5,99	9,21	12	21,03	26,22
3	7,81	11,34	13	22,36	27,69
4	9,49	13,28	14	23,69	29,14
5	11,10	15,09	15	25,00	30,58
6	12,59	16,81	16	26,30	32,00
7	14,07	18,48	17	27,59	33,41
8	15,51	20,09	18	28,87	34,81
9	16,92	21,67	19	30,14	36,19
10	18,31	23,21	20	31,41	37,57

При выполнении условия:

$$\chi_p^2 > \chi_T^2 \quad (6)$$

степень согласованности мнений экспертов не вызывает сомнения. В случае $N < 7$ используют F-критерий Фишера, расчетное значение которого определяют по формуле:

$$F_p = \frac{1}{2} \ln \frac{(M-1)W}{1-W}.$$

Расчетное значение критерия Фишера сравнивают с табличным F_T при числе

степеней свободы $f_1 = N - 1 - \frac{2}{M}$, $f_2 = \frac{M-1}{f_1}$ и заданном уровне значимости p (табл.4).

При выполнении условия $F_p > F_T$ мнения экспертов считаются согласованными. Если условия (6) и (8) не выполняются, что может быть следствием недостаточной квалификации специалистов или сложностью процесса, процедуру экспертного опроса повторяют. Для наглядного представления коллективного мнения специалистов, принявших участие в экспертном оценивании степени влияния факторов на изучаемый процесс, выполняют построение априорной гистограммы рангов.

Таблица 4 – Табулированные значения критерия Стьюдента

Число степеней свободы f	Уровень значимости $p, \%$				
	10	5	2,5	1	0,5
1	3,0777	6,3138	12,7062	31,8205	63,6567
2	1,8856	2,9200	4,3027	6,9646	9,9248
3	1,6377	2,3534	3,1824	4,5407	5,8409
4	1,5332	2,1318	2,7764	3,7469	4,6041
5	1,4759	2,0150	2,5706	3,3649	4,0321
6	1,4398	1,9432	2,4469	3,1427	3,7074
7	1,4149	1,8946	2,3646	2,9980	3,4995
8	1,3968	1,8595	2,3060	2,8965	3,3554
9	1,3830	1,8331	2,2622	2,8214	3,2498
10	1,3722	1,8125	2,2281	2,7638	3,1693
11	1,3634	1,7959	2,2010	2,7181	3,1058
12	1,3562	1,7823	2,1788	2,6810	3,0545
13	1,3502	1,7709	2,1604	2,6503	3,0123
14	1,3450	1,7613	2,1448	2,6245	2,9768
15	1,3406	1,7530	2,1314	2,6025	2,9467

При ее построении по горизонтали откладывают отрезки равной длины и присваивают им по очереди номера факторов в порядке возрастания сумм рангов. По вертикали откладывают суммы рангов для каждого фактора. Чем меньше эта величина, тем сильнее влияет фактор на изучаемый процесс. На рисунке 2 представлены три типа гистограмм рангов. В случае если по расчетам получилась первая гистограмма (рис. 2, а), то естественно принять левую группу факторов в качестве наиболее значимых переменных, а влиянием факторов правой группы пренебречь. Если же четкой границы между группами факторов провести нельзя (рис. 2, б), то количество отсеиваемых факторов устанавливают в зависимости от их характера (технологические, возмущающие и т. п.), либо на данном этапе их совсем не отсеивают. Наиболее благоприятен для планирования эксперимента третий случай (рис. 2, в), когда степень влияния факторов быстро убывает по экспоненте, что позволяет ограничиться влиянием 1 – 4 факторов и сократить число экспериментов.

В том случае, если выделить наиболее значимые факторы затруднительно, следует разделить факторы на группы по степени влияния и отсеять несущественные показатели по К-критерию Линка – Уоллеса.

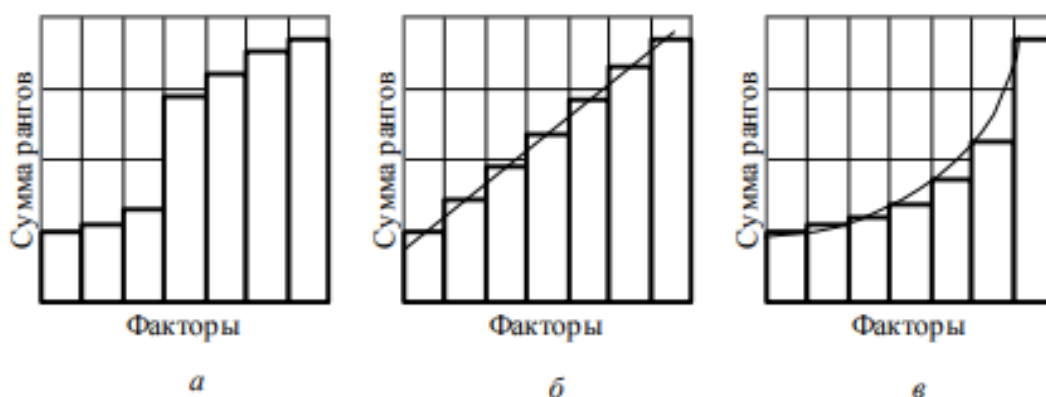


Рисунок 2 - Типы возможных гистограмм рангов

Для этого для выделенной группы факторов определяют расчетное значение критерия Линка – Уоллеса K_p :

$$K_p = \frac{k(\bar{a}_{\max} - \bar{a}_{\min})}{\sum_{i=1}^k \bar{a}_i}, \quad (7)$$

где k – число факторов, включенных в группу; \bar{a}_i – среднее значение суммы рангов; \bar{a}_{\max} , \bar{a}_{\min} – соответственно максимальное и минимальное среднее значение суммы рангов. Среднее значение сумм рангов определяют как отношение суммы рангов к количеству экспертов. Расчетное значение критерия Линка – Уоллеса сравнивают с табличным K_T , которое выбирают при заданном уровне значимости p и числе степеней свободы $f_1 = M$ и $f_2 = k$ (табл. 5). Если выполняется условие $K_p \leq K_T$, то сравниваемые средние ранги факторов, включенные в одну группу, не различаются между собой.

Таблица 5 – Табулированные значения К-критерия Линка – Уоллеса (уровень значимости $p = 0,05$)

f_1	f_2									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2	3,43	2,35	1,74	1,39	1,15	0,39	0,87	0,77	0,70	
3	1,90	1,44	1,14	0,94	0,80	0,70	0,62	0,56	0,51	
4	1,62	1,25	1,01	0,84	0,72	0,63	0,57	0,51	0,47	
5	1,53	1,19	0,96	0,81	0,70	0,61	0,55	0,50	0,45	
6	1,50	1,17	0,95	0,80	0,69	0,61	0,55	0,49	0,45	
7	1,49	1,17	0,95	0,80	0,69	0,61	0,55	0,50	0,45	
8	1,49	1,18	0,96	0,81	0,70	0,62	0,55	0,50	0,46	
9	1,50	1,19	0,97	0,82	0,71	0,62	0,56	0,51	0,47	
10	1,52	1,20	0,98	0,83	0,72	0,63	0,57	0,52	0,47	
11	1,54	1,22	0,99	0,84	0,73	0,64	0,58	0,52	0,48	
12	1,56	1,23	1,01	0,85	0,74	0,65	0,58	0,53	0,49	
13	1,58	1,25	1,02	0,86	0,75	0,66	0,59	0,54	0,49	
14	1,60	1,26	1,03	0,87	0,76	0,67	0,60	0,55	0,50	
15	1,62	1,28	1,05	0,89	0,77	0,68	0,61	0,55	0,51	
20	1,72	1,36	1,12	0,95	0,82	0,73	0,65	0,59	0,54	
50	2,23	1,77	1,45	1,22	1,06	0,94	0,85	0,77	0,71	

Пример выполнения задания:

Рассмотрим процедуру выявления факторов, характеризующих и влияющих на процесс замеса пшеничного теста в тестомесильной машине периодического действия. В качестве показателей экспертам были предложены следующие факторы: X_1 – удельная интенсивность замеса; X_2 – удельная работа замеса; X_3 – эффективная вязкость теста; X_4 – температура теста; X_5 – подъемная сила; X_6 – кислотность теста; X_7 – влажность теста; X_8 – содержание жира (в пересчете на сухое вещество); X_9 – содержание сахара (в пересчете на сухое вещество); X_{10} – разрыхленность теста; X_{11} – объем образующегося диоксида углерода. Для экспертного опроса были приглашены 10 специалистов, которым предложили проранжировать представленные факторы в зависимости от их степени важности. Результаты экспертного опроса и обработки матрицы рангов по формулам (1) – (3) представлены в таблице.

Таблица – Результаты экспертного опроса

№ фактора	Эксперты										Сумма рангов S_i	Отклонения $S_i - L$	Квадрат отклонений $(S_i - L)^2$	Среднее значение сумм рангов \bar{a}_i	Ранг
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
X_1	4	3	5	4	3	3	3	4	3	3	35	25	625	3,5	3
X_2	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1	14	46	2116	1,4	1
X_3	2	2	1	2	2	1	2	1	1	2	16	44	1936	1,6	2
X_4	3	4	4	3	4	4	5	3	4	4	38	22	484	3,8	4
X_5	5	5	3	5	5	9	4	5	6	5	52	8	64	5,2	5
X_6	6	6	6	6	6	10	6	7	5	6	64	4	16	6,4	6
X_7	7	7	7	7	7	11	7	6	7	7	73	13	169	7,3	7
X_8	8	8	8	8	8	5	8	8	8	8	77	17	289	7,7	8
X_9	9	9	9	9	9	6	9	9	9	9	87	27	729	8,7	9
X_{10}	10	10	10	10	10	7	10	10	10	10	97	37	1369	9,7	10
X_{11}	11	11	11	11	11	8	11	11	11	11	107	47	2209	10,7	11

По формуле (4) рассчитываем коэффициент конкордации:

$$W = \frac{12 \cdot 9981}{10^2(11^3 - 11)} = 0,90.$$

Значение коэффициента конкордации $W = 0,90$ свидетельствует о достаточно высоком согласии всех экспертов относительно порядка убывания влияния факторов. Так как $M > 7$, то статистическую значимость коэффициента конкордации W проверим по критерию Пирсона (5):

$$\chi_p^2 = \frac{12 \cdot 9981}{11 \cdot 10(11+1)} = 90,73.$$

Сравнение расчетного значения критерия с табличным $\chi^2_{T=18,31}$ при числе степеней свободы $f = N - 1 = 10$ и уровне значимости $p = 0,05$ показало, что условие (6) выполняется, т. е. $\chi_p^2 > \chi^2_{T=18,31}$. Это свидетельствует о том, что степень согласованности мнений экспертов не вызывает сомнения. Построим гистограмму рангов (рис.). Анализ гистограммы показывает, что все факторы можно разбить на четыре группы. В первую группу включим факторы X_1, X_2, X_3, X_4 ; во вторую – X_5, X_6 ; в третью – X_7, X_8 ; в четвертую – $X_9 - X_{11}$.

Проверим с помощью К-критерия Линка – Уоллеса (формула (7)), различаются ли между собой средние ранги факторов, включенных в группы, т. е. образуют ли они в действительности единые группы.

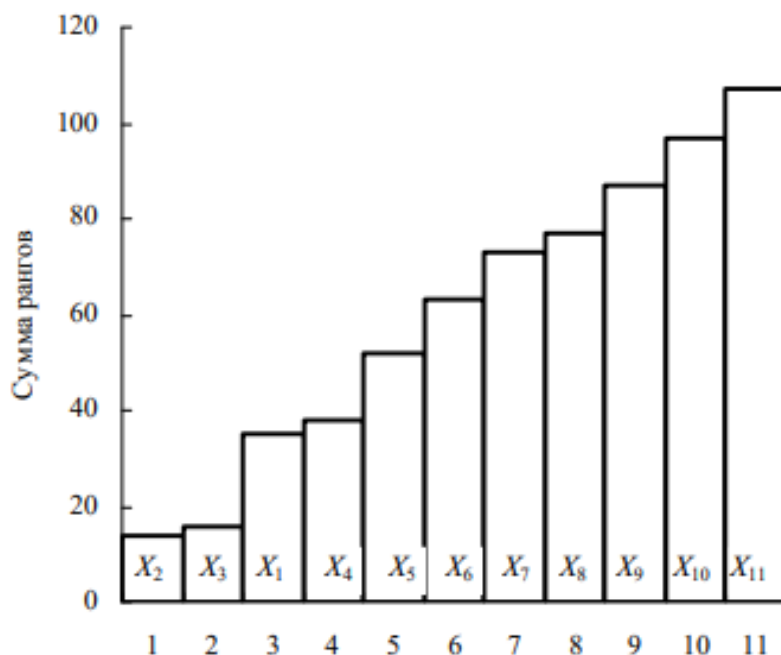


Рисунок - Гистограмма распределения единичных показателей процесса замеса теста

Для группы факторов X_1, X_2, X_3, X_4 имеем

$$K_p = \frac{4(3,8 - 1,4)}{10,3} = 0,93.$$

Из табл. при уровне значимости $p = 0,05$ и числе степеней свободы $f_1=M= 0, f_2=k=4$ находим табличное значение критерия Линка – Уоллеса $K_{0,98}$. Поскольку $K_p < K_t$ (условие (8) выполняется), можно считать, что факторы X_1-X_4 образуют единую группу. Объединим теперь факторы первой и второй групп, т. е. $X_1 - X_6$. В этом случае

$$K_p = \frac{6(6,4 - 1,4)}{21,9} = 1,37.$$

При уровне значимости $p = 0,05$, числе степеней свободы $f_1=M= 0, f_2=k=6$ имеем табличное значение критерия Линка – Уоллеса $0,72$. Так как по формуле (8) $K_p > K_t$, первая и вторая группы факторов различаются между собой. Попробуем включить в первую группу из второй только один фактор X_5 . При этом

$$K_p = \frac{5(5,2 - 1,4)}{15,5} = 1,23,$$

а $K_t = 0,84$ при $p = 0,05, f_1=M= 0, f_2=k=5$, что также свидетельствует о том, что фактор X_5 не может быть включен в первую группу.

Таким образом, для технологического процесса замеса пшеничного теста наиболее важными являются факторы X_1 – удельная интенсивность замеса; X_2 – удельная работа замеса; X_3 – эффективная вязкость теста; X_4 – температура теста. Указанные показатели должны быть включены в математическую модель, описывающую процесс замеса теста.

**ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ,
НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
<i>Основная литература</i>		
Коломейченко А.С., Кра- вченко И.Н., Ставцев А.Н. Полухин А.А.	Математическое моделирова- ние и проектирование: Учеб- ное пособие	Москва: ООО «Науч- но-издательский центр ИНФРА-М», 2018
<i>Дополнительная литература</i>		
Коробейников А.Ф.	Математическое моделирова- ние и методы оптимизации: методические указания	Абакан: Ред.- изд.центр ХТИ – фи- лиала СФУ, 2012
Молокова Н.В.	Компьютерное математиче- ское моделирование	Красноярск: СФУ, 2018
Николаев С.В., Орлов Ю.С.	Численные методы и матема- тическое моделирование: учебно-методическое пособие	Красноярск: СФУ, 2019
Алпатов Ю.Н.	Математическое моделирова- ние производственных про- цессов: учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2018

**ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ
СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
(МОДУЛЯ)**

1. Электронно-библиотечная система «СФУ» [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах литературы, поступающей в фонд СФУ и библиотек-партнеров. – Красноярск, [2006]. – Режим доступа <http://bik.sfu-kras.ru/>
2. Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM (ИНФРА-М) [Электронный ресурс]: база данных содержит учебные и научные издания. – Москва, [2011]. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/>
3. Электронно-библиотечная система «ibooks.ru» [Электронный ресурс]: база данных содержит учебную и научную литературу. – Санкт-Петербург, [2010]. – Режим доступа: <http://ibooks.ru>
4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс]: ЭБД содержит около 800 тыс. полных текстов кандидатских и докторских диссертаций на русском языке по всем отраслям наук. – Москва, [1999]. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>
5. Электронно-библиотечная система elibrary [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о научных публикациях на русском языке. – Москва, [2000]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>